Institut océanographique de Bedford

Rétrospective 2004

Canada

Prière de faire parvenir les avis de changement d'adresse, les demandes d'exemplaires et les autres pièces de correspondance concernant la présente publication à la :

Directrice de publication, IOB – Rétrospective 2004
Institut océanographique de Bedford
C. P. 1006
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
Canada B2Y 4A2

Courriel : ryanje@mar.dfo-mpo.gc.ca

En page couverture : le NGCC Hudson fait des recherches océanographiques auprès du plateforme d'huile Hibernia dans le bassin Jeanne-d'Arc, situé 315 km à l'est de St. John's, Terre-Neuve-et-Labrador.

En couverture arrière : L'IOB étudie la glace marine sur le terrain.

© Sa Majesté du Chef du Canada, 2004

No de cat. : Fs75-104/2004F
ISBN : 0-662-79953-4
ISSN : 1499-9978

Also available in English

Directrice de publication: Judith Ryan

Équipe de rédaction : Pat Dennis et Karen Rutherford

Photographies :
Technographie de l'IOB, auteurs et personnes ou organismes mentionnés

Conception graphique :
Channel Communications, Halifax (Nouvelle-Écosse)

Publié par :
Pêches et Océans Canada et Ressources naturelles Canada
Institut océanographique de Bedford
1, promenade Challenger C.P. 1006
Dartmouth (Nouvelle-Écosse), Canada
B2Y 4A2

Site Web de l'IOB : www.iob.gc.ca

106-01173/

Introduction

L'Institut océanographique de Bedford (IOB) est un grand établissement de recherche océanographique, créé en 1962 par le gouvernement fédéral du Canada et situé sur les rives du bassin de Bedford, à Dartmouth, en Nouvelle-Écosse. Au cours des quatres dernières décennies, il s'est imposé progressivement comme le plus grand centre de recherche océanographique du Canada. Les scientifiques de l'Institut effectuent des recherches orientées pour le compte du gouvernement du Canada, afin de guider et d'appuyer le processus décisionnel gouvernemental dans un vaste éventail de domains touchant à l'océan et concernant, notamment la souveraineté, la défense, la protection de l'environnement, la santé et la sécurité, les ressources halieutiques et les ressources naturelles; ils oeuvrent aussi à la planification et à la gestion de l'environnement et des océans.

Le MPO est représenté à l'IOB par six divisions de sa direction des Sciences, inclus le Service hydrographique du Canada (SHC), par deux divisions de sa direction des Océans et de l'habitat, par le Bureau de coordination de l'aquaculture et par la Garde côtière canadienne, Services techniques, pour de soutien technique et des navires. Toutes ces unités fournissent des connaissances et des avis scientifiques sur une large gamme de sujets ayant trait au climat, aux océans, à l'environnement, aux poissons de mer et aux poissons diadromes, aux mammifères marins, aux crustacés, aux mollusques et aux plantes marines. Aussi, ils sont responsable pour le programme de la gestion et protection de l'habitat du poisson, les évaluations environnementales, la gestion des océans ainsi que de la planification des initiatives.

Le ministère des Ressources naturelles du Canada (RNCan) est représenté à l'Institut par la Commission géologique du Canada – Atlantique (CGC Atlantique), principal organisme oeuvrant dans le domaine des géosciences marines au Canada. Ses recherches scientifiques portent sur la géologie marine et la géologie du pétrole, la géophysique, la géochimie et la géotechnique. La CGC Atlantique est aussi source de connaissances intégrées et d'avis sur la masse continentale dans la zone côtière et la zone extracôtière du Canada.

Le Bureau des levés des fonds marins des Forces maritimes de l'Atlantique (MDN), situé lui aussi à l'IOB, appuie les opérations de surveillance des océans. Il effectue des levés des fonds marins qui sont d'un intérêt particulier pour le MDN, en coopération avec le SHC et la CGC Atlantique.

Dans le cadre du Programme canadien du contrôle de la salubrité des mollusques, la Section des mollusques d'Environnement Canada procède à des études de la salubrité et de la qualité de l'eau ainsi qu'à des analyses d'échantillons au laboratoire de microbiologie de l'IOB.

En tout, environ 650 scientifiques, ingénieurs, techniciens, gestionnaires, employés de soutien, entrepreneurs et autres collaborateurs de diverses disciplines travaillent à l'IOB.

La présente revue décrit certains des travaux de recherche en cours à l'Institut, ainsi que quelques-unes des activités ayant trait à la gestion des océans.

Le NGCC Hudson devant l'Institut océanographique de Bedford

Message des directeurs

L'année 2004 a été pour l'Institut océanographique de Bedford une autre année de contributions importantes aux priorités du gouvernement du Canada. Au terme de plusieurs années de recherches, suivies de l'élaboration d'un cadre réglementaire, le canyon sous-marin unique appelé le Gully, situé sur le talus du plateau néo-écossais et dans le périmètre adjacent, a été déclaré zone de protection marine, désignation qui permettra de mieux conserver cet écosystème vaste et divers. Après la signature de la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (UNCLOS, 2003), le Canada dispose de dix ans pour revendiquer des droits sur le fond marin au-delà de sa zone de 200 milles dans l'Atlantique et dans l'Arctique. Un bureau de l'UNCLOS a été mis sur pied à l'Institut pour préparer le dossier technique d'appui à cette revendication. Dans un autre domaine, le personnel de l'IOB a aussi piloté la préparation des contributions du MPO au plan du Canada concernant la structure mondiale de systèmes d'observation de la Terre (GEOSS). En 2004 également, le Centre de recherche environnementale sur le pétrole et le gaz extracôtiers (CREPGE) est devenu pleinement opérationnel, apportant à l'industrie des hydrocarbures extracôtiers, qui augmente dans tout le pays, un appui scientifique axé sur les questions environnementales. Par ailleurs, avec le soutien financier de partenaires des États-Unis, on a procédé à l'installation d'une cuve à houle unique, qui servira à des recherches sur la dispersion du pétrole dans diverses conditions de houle et températures. Quant à la contribution générale de l'IOB à la mise en valeur du pétrole et du gaz au large du Canada atlantique, elle est résumée dans un article de fond présenté dans les pages qui suivent.

Le tsunami catastrophique survenu en décembre au large de l'Indonésie a suscité un élan mondial de solidarité et la mise en commun d'une expertise scientifique sur des questions comme les systèmes d'alerte rapide et l'érosion côtière. Des experts techniques de l'IOB y ont contribué. La tragédie a fait ressortir la nécessité de comprendre les trois océans du Canada et leurs liens avec le reste de la planète.

L'année 2004 a marqué une étape importante dans la rénovation des installations de l'Institut. Elle a vu le démarrage de la dernière étape de la reconstruction de l'immeuble Vulcan, portant notamment sur les ateliers techniques. De plus, la construction du bâtiment des laboratoires de deuxième niveau a commencé. C'est dans ce bâtiment que seront regroupés tous les travaux de laboratoire effectués à l'IOB, dans des conditions meilleures pour notre personnel.

L'année aura été difficile pour la flotte de navires scientifiques. Ceux-ci sont vieux et les programmes ont considérablement souffert de leurs pannes. Des navires scientifiques modernes, bien équipés et bien entretenus sont essentiels à un bon programme de sciences de la mer. La constitution d'une flotte scientifique moderne est le défi le plus important auquel devra faire face l'IOB dans les années à venir. La Garde côtière canadienne a établi un plan à long terme pour le renouvellement de sa flotte, y compris de la composante de cette dernière qui sert à la recherche et à la surveillance. La mise en œuvre de ce plan est crucial pour l'avenir de l'Institut océanographique de Bedford.

Les articles de la Revue annuelle de 2004 vous donneront une idée du vaste éventail de travaux sur les océans et les côtes qu'effectue l'Institut à l'intention à la fois des Canadiens et du reste du monde.

Jacob Verhoef
Directeur, CGS Atlantique
Ressources naturelles Canada

Michael Sinclair
Directeur, Institut océanographique de Bedford et
Directeur régional Sciences, Région des Maritimes
Pêches et Océans Canada

Carol Ann Rose
Directrice régionale p.i., Océans et Habitat
Région des Maritimes, Pêches et Océans Canada

Table des matières

INTRODUCTION 1

MESSAGE DES DIRECTEURS 3

RÉTROSPECTIVE 2004 6

ARTICLE DE FOND

Recherches et consultations entreprises à l'IOB au sujet des activités pétrolières et gazières : vers des conditions d'exploration, de mise en valeur et de réglementation des hydrocarbures conformes aux exigences de la sécurité et respectueuses de l'environnement 20

– John Loder, Kenneth Lee, Gary Sonnichsen, Don McAlpine et Paul Macnab

ACTIVITÉS SCIENTIFIQUES

La modélisation quadridimensionnelle du bassin Carson, sur les Grands Bancs : pourquoi et que nous a-t-elle appris? 26

– Hans Wiebe

Phénomène de mélange et dynamique du phytoplancton au cœur du plateau néo-écossais 28

– Blair Greenan, Brian Petrie, Glen Harrison et Neil Oakey

Un lien par satellite avec la croissance de la crevette dans l'Atlantique Nord 31

– Peter Koeller, Cesar Fuentes-Yaco et Trevor Platt

Programme d'échantillonnage au port dans la Région des Maritimes du MPO 33

– Peter Comeau et Bob Branton

Le corégone atlantique : chez lui en Nouvelle-Écosse, mais tout seul 35

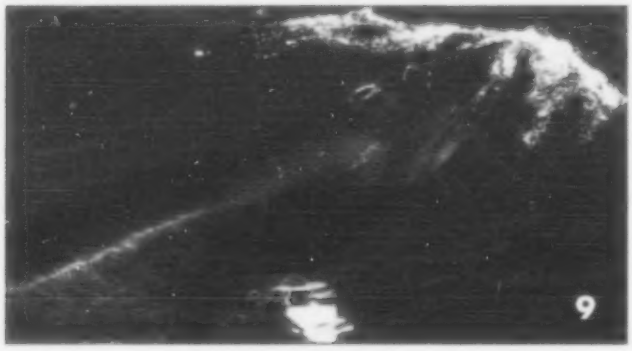
– R.G. Bradford

Mesurer les transports d'eau douce dans l'archipel canadien : la question du changement climatique 38

– Jim Hamilton et Simon Prinsenberg

Le pont-chaussée de la Petitcodiac : quelle a été l'erreur? 41

– Tim Milligan, Gary Bugden, Kristian Curran, Brent Law et Murray Scotney



RECHERCHE DE L'IOB EN PARTENARIAT

Avoir les plus grandes marées du monde : à qui l'honneur? 44

– Charles T. O'Reilly, Ron Solvason et Christian Solvason

Vers un nouveau paradigme de représentation de l'habitat benthique 46

– Vladimir Kostylev

Surveillance du milieu acoustique proche du fond du Gully durant un levé de prospection sismique 48

– Norman Cochrane, Glen Harrison et Charles Hannah

Les moules bleues : les canaries de la mer 50

– Gareth Harding, Steve Jones, Peter Wells, Jamie Asher, Guy Brun, Peter Hennigar, Christian Krahforst, Natalie Landry, Jack Schwartz, J. Stahlnecker, Darryl Taylor, Bruce Thorpe, Louise White et Peter Yeo

PROGRAMMES SPÉCIAUX

Le Groupe de coordination internationale des données sur la couleur de l'océan (IOCCG) 53

– Venetia Stuart et Trevor Platt

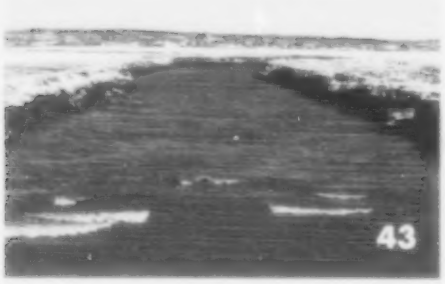
FAITS SAILLANTS EN SOUTIEN

Missions scientifiques des navires en 2004 55

– Donald Belliveau

La revitalisation de l'IOB va bon train 56

– Brian Thompson



AU MILIEU DE NOS COMMUNAUTÉS

Extension des services de l'IOB à la collectivité en 2004 57

Pêches et Océans Canada

Ressources naturelles Canada

L'Association des amis de l'océan de l'IOB : bilan des réalisations de 2004 60

L'IOB au service de la communauté en 2004 61

RESSOURCES HUMAINES ET FINANCIÈRES

Le financement de l'Institut : provenance et utilisation 62

Personnel de l'IOB en 2004 64

In Memoriam : Philip Douglas Hubley 70

Départs à la retraite en 2004 70

PUBLICATIONS ET PRODUITS

Publications 2004 73

Produits 2004 87

Rétrospective 2004

FAITS SAILLANTS ET NOUVELLES INITIATIVES

Le Canada a ratifié la **Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (UNCLOS)** en novembre 2003. Les fonds connexes ont été inscrits dans le budget fédéral de février 2004. Le Canada a jusqu'en 2013 pour étayer sa revendication territoriale sur le plateau continental au-delà de la limite actuelle de la zone économique exclusive (ZEE) de 200 milles. La Commission des Nations Unies sur les limites du plateau continental a été mise sur pied dans le but d'examiner les revendications des états côtiers. Elle a produit un guide indiquant quelle information doit être soumise à l'appui d'une revendication. Chaque nation est tenue de soumettre les coordonnées de la limite qu'elle a établie ainsi que les données scientifiques et techniques justificatives. Dans le cadre d'une analyse préliminaire des données actuellement disponibles, on a déterminé quelles nouvelles données seront nécessaires pour appuyer la revendication du Canada concernant sa compétence sur la plus grande partie du plateau continental, et on a élaboré des plans en vue d'acquérir ces données. RNCan (Commission géologique du Canada [CGC]) et le MPO (Service hydrographique du Canada [SHC]) se chargeront des opérations de cartographie et des relevés nécessaires pour étayer la revendication du Canada sur le plateau continental atlantique aux termes de l'UNCLOS. S'il obtenait satisfaction, le Canada pourrait étendre sa compétence sur la zone en question et sur les ressources minières et les hydrocarbures au-delà de la traditionnelle ZEE de 200 milles marins. En 2005, Le Canada commencera à acquérir des données sismiques et bathymétriques dans des zones stratégiques pour appuyer sa revendication.

La carte illustre, en rouge, la zone de compétence actuelle du Canada selon la limite de 200 milles et, en blanc, l'éventuelle zone agrandie aux termes de l'UNCLOS. Cette zone agrandie englobe une superficie équivalente aux trois provinces canadiennes des Prairies.

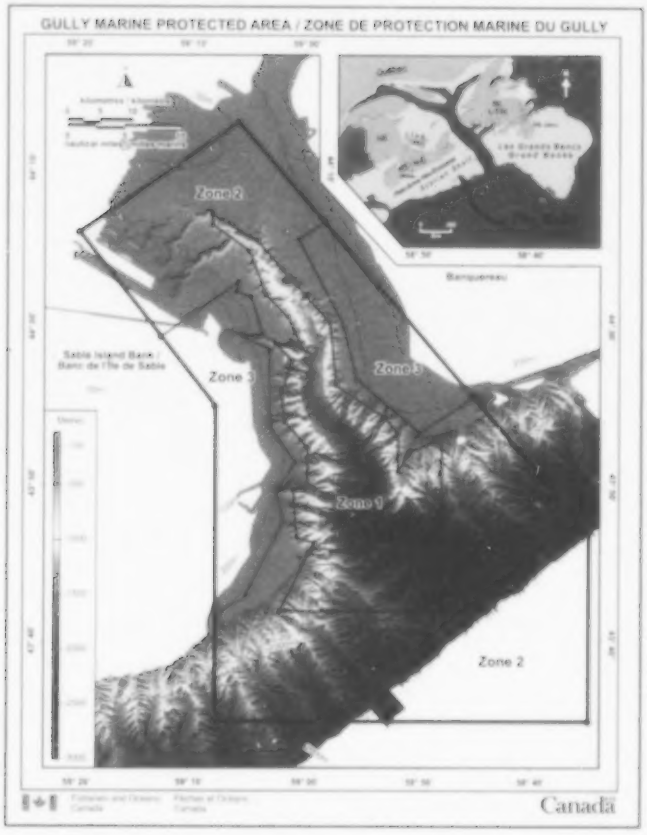
Le **Plan d'action pour les océans (PAO)** est un des résultats de la *Loi sur les océans* de 1997 et de la Stratégie sur les océans du Canada publiée en 2002. Le PAO représente une démarche à l'échelle de tout le gouvernement, qui sert de cadre au développement durable de nos océans. Le plan repose sur quatre piliers interdépendants : *leadership international, souveraineté et sécurité; gestion des océans pour le développement durable; santé des océans et sciences et technologies*. Dans un premier temps, le plan prévoit diverses initiatives pour mettre sur pied l'ensemble des moyens qui permettront d'atteindre les objectifs à long terme de la *Loi sur les océans* et de la Stratégie sur les océans du Canada. Dans une phase ultérieure, le plan élargira la portée géographique de la gestion des océans. L'IOB jouera un rôle important dans le PAO, puisque RNCan et le SHC entreprennent d'établir des cartes du fond marin pour accroître notre connaissance scientifique du milieu physique et des habitats connexes à l'appui de la planification de la gestion intégrée et du recensement des zones marines ayant besoin d'être protégées.

Le 9 janvier, Ellen Kenchington a présenté le plan national de recherche en biodiversité marine du Centre de biodiversité marine (CBM), intitulé ***Trois Océans de Biodiversité*** à la Conférence canadienne sur la recherche halieutique tenue à St. Johns (Terre-Neuve-et-Labrador). C[illegible]lan décrit les contribution possibles du Canada à l'initiative interna[illegible]nale de découverte de la biodiversité marine appelée ***International Census of Marine Life (ICoML)***. La conférence a permis d'établir les prochaines étapes dans la mise en œuvre du plan.

Le programme ICoML continue de recevoir un bon appui à l'IOB, en particulier dans le cadre de son volet **Ocean Biographic Information System (OBIS)**. En 2004, l'IOB a mené à bien son initiative d'établissement d'un nœud OBIS régional et accru sa contribution au programme en nommant Robert Branton au comité de gestion OBIS(OBISSMC), en accueillant la première réunion de ce comité, en installant le premier serveur régional de la technologie Distributed Generic Information Retrieval et en publiant des séries de données des partenaires du CBM (p. ex. les résultats du relevé scientifique au chalut du Canada et des États-Unis). Comme autres contributions de l'IOB, il faut citer la nomination de Robert Branton au comité directeur du Gulf of Maine Ocean Data Partnership et l'adoption officielle du plan de travail du Partnership pour 2005.

En mars, le **Groupe de modélisation des écosystèmes** de la Section d'océanographie biologique, Division des sciences océanologiques du MPO, a fait l'acquisition du système en grappe **High Performance Computing Linux**, aussi appelée **grappe Beowulf.** La grappe initiale se compose de six nœuds de calcul reliés à un nœud principal, représentant en tout 14 processeurs et 14 Go de mémoire. Bien qu'elle soit considérée comme modeste dans le monde de la superinformatique, cette grappe apporte au groupe la puissance de calcul nécessaire à l'élaboration et à la validation de modèles écosystémiques numériques. L'intérêt de cette technologie réside dans sa capacité d'être accrue en fonction des besoins computationnels croissants et cela à une fraction du coût des systèmes exclusifs équivalents. La grappe permet au groupe de modélisation numérique de l'IOB d'accéder à une ère nouvelle en matière d'informatique.

En avril, la DSO a mené à bien le travail de terrain faisant partie d'un



programme de mesure des courants et de la variabilité de la masse d'eau au moyen d'instruments ancrés sur le talus continental, plus précisément sur le transect d'Halifax, en travers du talus néo-écossais. Des courantomètres ancrés ont été récupérés à trois endroits et ils ont fourni une série de données pluriannuelles commençant en juin 2000. Le programme a reçu l'appui du Groupe interministériel de recherche et d'exploitation énergétiques (GIREE), mis sur pied par le gouvernement fédéral, et de plusieurs sociétés pétrolières et gazières. Le GIREE et Exxon Mobil Canada Ltd. appuient aussi le nouveau programme de mesure des courants et de la variabilité de la masse d'eau au moyen d'instruments ancrés entrepris par la DSO dans le bassin Orphan, dans le nord-est du talus continental terre-neuvien. Dans le cadre de ce programme, qui a débuté en juin, des instruments sont ancrés en cinq lieux traversés par le courant du Labrador et le courant profond de bord ouest.

Au printemps 2004 ont commencé des expériences à la nouvelle **cuve à houle servant à l'étude de la dispersion des déversements d'hydrocarbures** à l'IOB. Bien que l'utilisation d'agents chimiques de dispersion des hydrocarbures présente de nets avantages logistiques par rapport aux moyens de récupération matériels, elle suscite encore des inquiétudes. Des

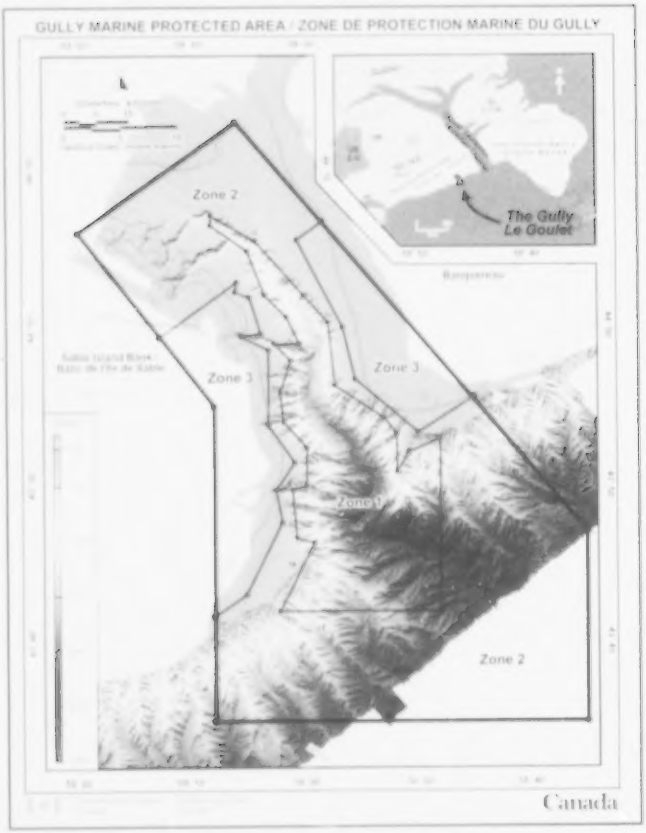
Le **Plan d'action pour les océans (PAO)** est un des résultats de la Loi sur les océans de 1997 et de la Stratégie sur les océans du Canada publiée en 2002. Le PAO représente une démarche à l'échelle de tout le gouvernement, qui sert de cadre au développement durable de nos océans. Le plan repose sur quatre piliers interdépendants : leadership international, sauvegarde et sécurité, gestion des océans pour le développement durable, unité des océans et sciences et technologies. Dans un premier temps, le plan prévoit diverses initiatives pour mettre sur pied l'ensemble des moyens qui permettront d'atteindre les objectifs à long terme de la Loi sur les océans et de la Stratégie sur les océans du Canada. Dans une phase ultérieure, le plan élargira la portée géographique de la gestion des océans. L'IOB jouera un rôle important dans le PAO, puisque RNC on et SHC entreprennent d'établir des cartes du fond marin pour accroître une connaissance scientifique du milieu physique et des habitats marins à l'appui de la planification de la gestion intégrée et du rétablissement des zones marines ayant besoin d'être protégées.

Le 9 janvier, Ellen Kenchington a présenté le plan national de recherche en biodiversité marine du Centre de biodiversité marine (CBM), intitulé ***Trois Oceans de Biodiversité*** à la Conférence canadienne sur la recherche halieutique tenue à St. Johns (Terre-Neuve-et-Labrador). Ce plan décrit les contributions possibles du Canada à l'initiative internationale de découverte de la biodiversité marine appelée ***International Census of Marine Life (ICoML)***. La conférence a permis d'établir les prochaines étapes dans la mise en œuvre du plan.

Le programme ICoML continue de recevoir un bon appui à l'IOB, en particulier dans le cadre de son volet **Ocean Biographic Information System (OBIS)**. En 2004, l'IOB a mené à bien son initiative d'établissement d'un nœud OBIS régional et accru sa contribution au programme en nommant Robert Branton au comité de gestion d'OBIS (OBISMC), en accueillant la première réunion de ce comité en installant le premier serveur régional de la technologie Distributed Generic Information Retrieval et en publiant des séries de données des partenaires du CBM (p. ex. les résultats du relevé scientifique au chalut du Canada et des États-Unis). Comme autres contributions de l'IOB, il faut citer la nomination de Robert Branton au comité directeur du Gulf of Maine Ocean Data Partnership et l'adoption officielle du plan de travail du Partnership pour 2005.

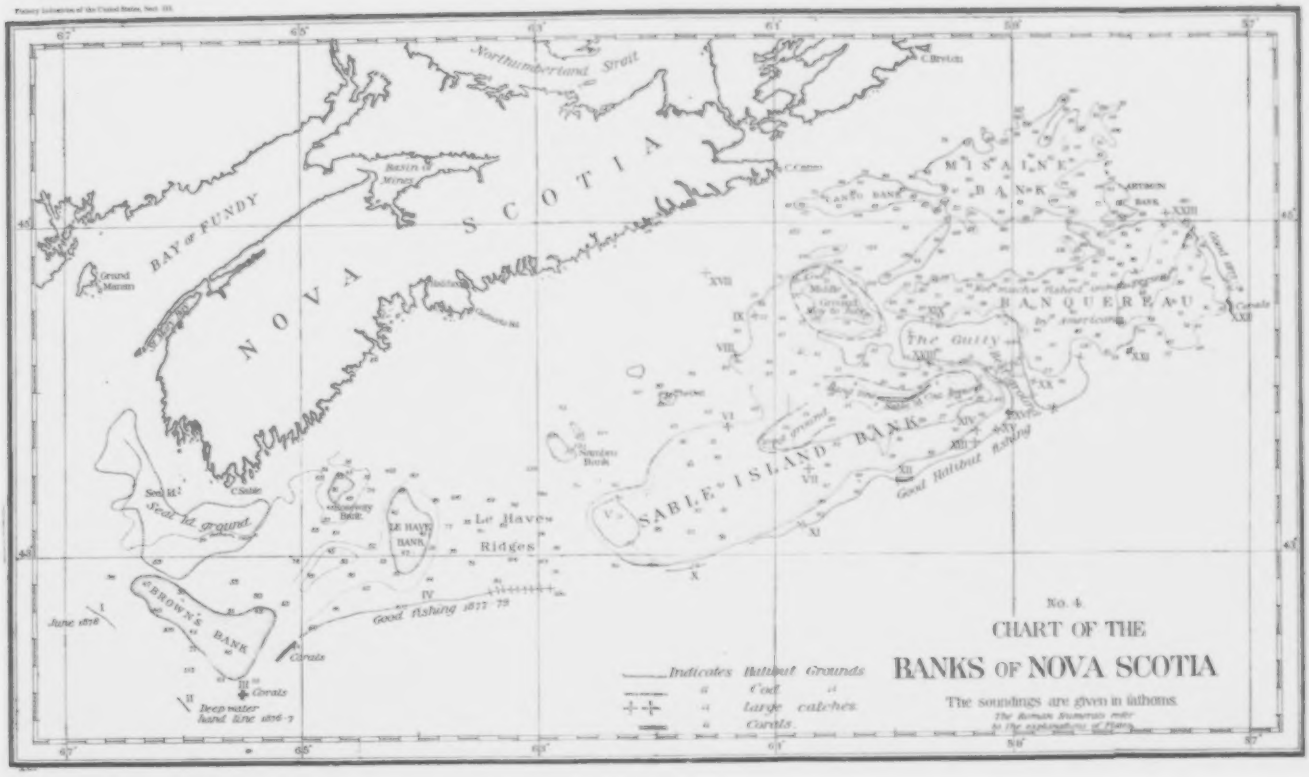
En mars, le **Groupe de modélisation des écosystèmes** de la Section océanographie biologique, Division des sciences océanologiques du BIO, a fait l'acquisition du système en grappe **High Performance Computing Linux**, aussi appelée **grappe Beowulf**. La grappe initiale se compose de six nœuds de calcul reliés à un nœud principal, représentant en tout 14 processeurs et 14 Go de mémoire. Bien qu'elle soit considérée comme modeste dans le monde de la supercalculatrice, cette grappe apporte au groupe la puissance de calcul nécessaire à l'élaboration et à la validation de modèles écosystémiques numériques. L'intérêt de cette technologie réside dans sa capacité d'être accrue en fonction des besoins computationnels croissants et cela à une fraction du coût des systèmes exclusifs équivalents. La grappe permet au groupe de modélisation numérique de l'IOB d'accéder à une ère nouvelle en matière d'informatique.

En avril, la DSO a mené à bien le travail de terrain faisant partie d'un



programme de mesure des courants et de la variabilité de la masse d'eau au moyen d'instruments ancrés sur le talus continental, plus précisément sur le rebord du Labrador, en travers du talus nord-écossais. Des courantomètres ont été ancrés en neuf points à cinq endroits et ils ont fourni une série de données pluriannuelles commencée en juin 2003. Le programme a reçu l'appui du Groupe interministériel de recherche et d'exploration énergétiques (GIRREE), mis sur pied par le gouvernement fédéral et de plusieurs sociétés pétrolières et gazières. Le GIRREE et Exxon Mobil Canada Ltd. appuient aussi le nouveau programme de mesure des courants et de la variabilité de la masse d'eau au moyen d'instruments ancrés entrepris par la DSO dans le bassin Orphan, dans le nord-est du talus continental terre-neuvien. Dans le cadre de ce programme, qui a débuté en juin, des instruments sont ancrés en cinq lieux traversés par le courant du Labrador et le courant profond de bord ouest.

Au printemps 2004 ont commencé des expériences à la nouvelle **cuve à houle servant à l'étude de la dispersion des déversements d'hydrocarbures** à l'IOB. Bien que l'utilisation d'agents chimiques de dispersion des hydrocarbures présente de nets avantages logistiques par rapport aux moyens de récupération mécanique, elle suscite encore des inquiétudes. Des



Carte 1887 illustrant les lieux de pêche ainsi que les récifs coralliens et comprenant Le Gully

Fulmars dans Le Gully

Sébaste, à une profondeur de 451 m près de l'embouchure du Gully

études sont nécessaires pour évaluer des facteurs comme l'efficacité des dispersants dans le contrôle de l'énergie des vagues et pour traiter des questions de toxicité. Les études dans des conditions contrôlées comme celles de la cuve à houle permettront de formuler des avis fondés sur des données scientifiques pour l'élaboration de lignes directrices concernant les agents de dispersion des hydrocarbures. Sous la direction de Kenneth Lee (Ph.D.), du Centre de recherche environnementale sur le pétrole et le gaz extracôtiers (CREPGE), et d'Al Venosa (Ph.D.), de la U.S. Environmental Protection Agency, le programme de recherche sur les agents de dispersion des hydrocarbures réunira des experts des universités, d'autres ministères gouvernementaux et de l'industrie du pétrole extracôtier.

C'est en mai qu'a été adopté le règlement créant officiellement la **zone de protection marine (ZPM) du Gully,** aux termes de la *Loi sur les océans* du Canada. Le Gully devient la deuxième ZMP créée au Canada en vertu de la *Loi sur les océans* et la première au Canada atlantique. Le but de la désignation de certaines zones comme ZPM est de conserver et de protéger la diversité biologique naturelle du Gully et de voir à son maintien à long terme. La ZPM du Gully compte 2 364 km^2 et abrite des coraux d'eau profonde et diverses espèces de cétacés, dont la baleine à bec commune, qui est une espèce en péril. La ZPM comprend trois sous-zones de gestion dont le degré de protection varie selon les objectifs de conservation visés et la vulnérabilité écologique de chacune de ces sous-zones. La sous-zone 1, qui englobe les parties les plus profondes du canyon, est préservée dans son état quasi-naturel et son écosystème fait l'objet d'une protection totale. Dans la sous-zone 2, des mesures de protection strictes s'appliquent au fond et aux parois du canyon, aux canyons secondaires et au talus continental. La sous-zone 3 se compose des bancs de sable adjacents, sujets régulièrement à des perturbations naturelles. Le règlement sur la ZPM du Gully et l'Étude d'impact de la réglementation qui y est associée peuvent être consultés en direct sur le site : (http://canadagazette.gc.ca/partII/2004/20040519/html/sor112-f.html).

Petit rorqual protégé dans Le Gully

En juillet, des membres du personnel du **Bureau des levés des routes de navigation** se sont rendus dans le lac Ontario pour effectuer un levé d'une petite zone proche de Kingston, dans le cadre d'une opération de **recherche des maquettes de l'Arrow d'Avro** lancées dans les années 1950. Neuf maquettes, lancées dans le lac au moyen de fusées NIKE pour vérifier les caractéristiques aérodynamiques du nouvel avion, n'ont jamais été retrouvées. Malheureusement, les trois journées de recherche du mois de juillet n'ont permis de repérer aucune de ces maquettes, mais une épave de goélette de 31 mètres en position verticale a été aperçue lors d'un virage. On cherche maintenant à déterminer le nom de la goélette et les causes de son naufrage.

La Direction des océans et de l'habitat a travaillé avec l'industrie de la pêche ainsi qu'avec la Direction de la gestion des ressources et la Direction des sciences du MPO à l'établissement d'une zone de conservation du corail dans l'embouchure du chenal Laurentien. La **zone de conservation du corail Lophelia** protège un rare récif corallien d'eau profonde contre les effets des engins de pêche. Toutes les activités de pêche de fond sont exclues de cette zone de 15 km². *Lophelia pertusa*, à la

Goélette mystérieuse repérée par le personnel du Bureau des levés des routes de navigation du MDN dans le lac Ontario lors de l'opération de recherche des maquettes de l'Arrow d'Avro

Le corail rare Lophelia pertusa - Photo de Pal Mortensen

Baleine à bec commune

structure en toile d'araignée, est une espèce de corail à grande longévité et à croissance lente, qui forme des récifs utilisés par une grande variété d'espèces. Ce récif conservé représente le seul récif corallien connu vivant de *Lophelia pertusa* dans les eaux canadiennes. Il se compose à la fois de coraux vivants et de coraux morts, et il a été endommagé par la pêche au cours des quelques dernières décennies. On espère que la fermeture de la zone aboutira au rétablissement éventuel de la totalité du récif, ce qui pourrait prendre des décennies. Pour en savoir plus sur la zone de fermeture, y compris sur ses coordonnées, on peut consulter le communiqué du 13 août, à l'adresse : (http://www.mar.dfo-mpo.gc.ca/communications/maritimes/news04f/C-MAR-04-14F.html).

Depuis 1982, les relevés réalisés à partir du NGCC *Alfred Needler* étaient la principale source de données scientifiques pour les évaluations annuelles des stocks de poisson de fond. En dépendaient les scientifiques de la Division des poissons de mer (DPM) de la Région des Maritimes du MPO ainsi que les Régions du Golfe et de Québec. Toutefois, un incendie survenu en septembre 2003 a gravement endommagé le *Alfred Needler* et tandis que celui-ci était en réparation, ce sont les NGCC *Templeman* et *Teleost* de la Région de Terre-Neuve et du Labrador, qui ont entrepris de s'acquitter des tâches effectuées jusque là par le *Alfred Needler*. Il est prévu que la flotte de navires scientifiques passe prochainement de trois chalutiers à deux. Un **Programme de pêche comparative** entre les trois chalutiers devait commencer en juillet 2004 et se poursuivre pendant deux pleines campagnes de relevés dans les quatre Régions qu'a le MPO dans l'océan Atlantique. Toutefois, en raison des retards dans la remise en service du *Needler*, des problèmes mécaniques qu'ont connus les deux autres navires et de conflits de travail, moins de 5 % des expériences de pêche comparative ont été réalisées. Le Programme de pêche comparative se poursuivra entre le *Alfred Needler* et le *Teleost* en février et mars 2005 sur le banc Georges et dans l'est du plateau néo-écossais et on espère qu'il

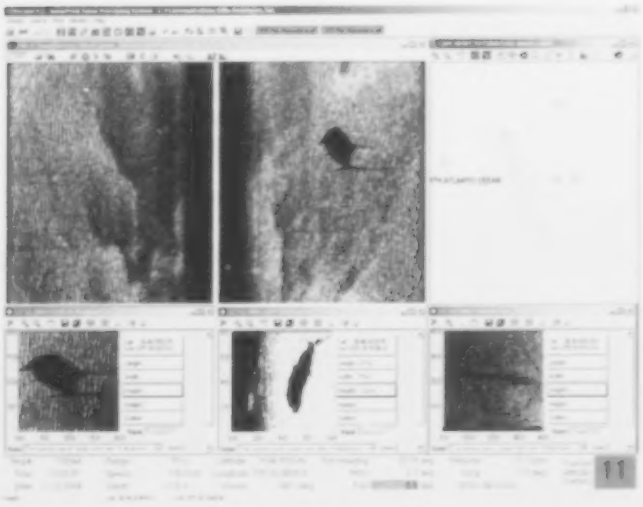
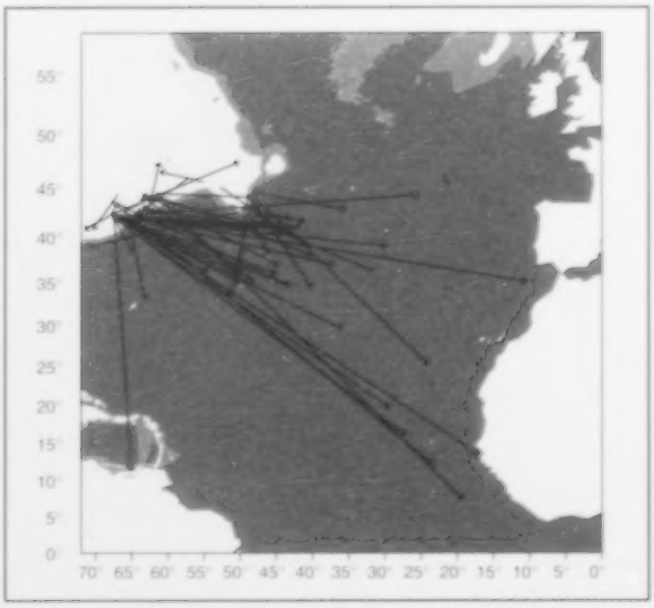
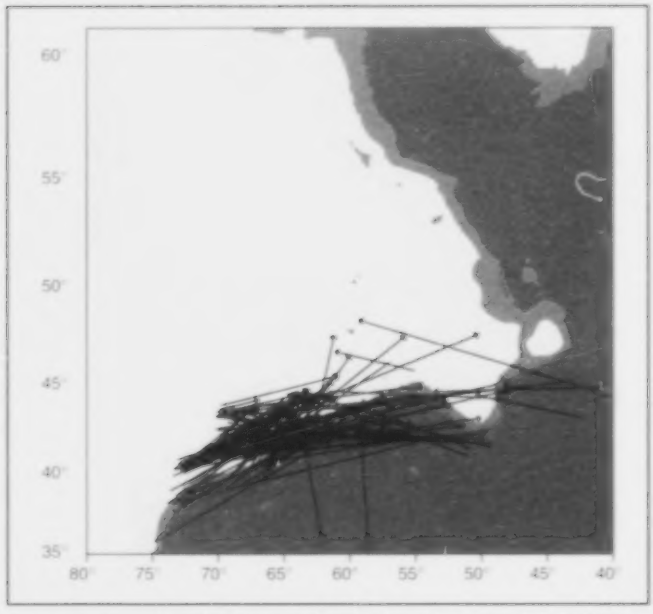


Image d'un requin au sonar à balayage latéral durant un exercice réalisé par le Bureau des levés des routes de navigation au large de la Virginie



Requins marqués durant le Programme de recherche sur les requins de la DPM



Requins recapturés durant le Programme de recherche sur les requins de la DPM

se prolongera jusqu'à la fin de 2006, afin que le nombre de traits comparatifs soit suffisant pour permettre l'interchangeabilité des navires et des données dans chaque Région.

Le **Programme de recherche sismique sur le Gully** a permis d'étudier les éventuels effets des bruits sismiques sur les mammifères marins le long du plateau néo-écossais, notamment sur la baleine à bec commune, une espèce en péril qui vit dans la ZPM du Gully. Le programme a été réalisé en collaboration avec l'industrie et le milieu universitaire. Grâce à la surveillance des relevés sismiques opérationnels, on a pu recueillir dans le cadre de ce programme des données essentielles pour valider et améliorer les modèles de propagation du son utilisés dans les évaluations environnementales. Les résultats obtenus ont été présentés dans un forum public en octobre et ils seront publiés dans un rapport technique financé par le Fonds pour l'étude de l'environnement au début de 2005.

En novembre, le personnel du **Bureau des relevés des routes de navigation** s'est embarqué à bord du NCSM *Shawinigan* pour un exercice au large de Norfolk, en Virginie. L'équipe a procédé à la **collecte et au traitement de données de cartographie** ainsi qu'à la **production de cartes à l'appui de la guerre des mines**. Ces cartes permettent au commandement de mieux apprécier le fond marin. Au cours de l'exercice, le sonar à balayage latéral a renvoyé l'image d'un requin.

Le 25 novembre, le NGCC *Hudson* a lancé le 1 500e flotteur profileur dans le cadre du **Programme international Argo**. On arrivait ainsi à la moitié des lancements prévus dans le cadre du programme, devant aboutir à la mise en place de 3 000 flotteurs-profileurs à l'échelle de la planète. Pour la première fois, on observe la température et la salinité en temps réel tous les dix jours dans la couche supérieure océanique de 2 000 mètres. Le flotteur profileur, de conception française, a été fabriqué par Metocean, une entreprise de Dartmouth qui produit des instruments océanographiques.

Un groupe interministériel et interrégional de scientifiques du MPO, d'Environnement Canada, de la Défense nationale et des milieux universitaires a passé près d'un an à élaborer un **système national de prévisions environnementales** destiné notamment à fournir des données fondamentales pour la gestion intégrée des océans et pour l'utilisation efficace et en toute sécurité des océans du Canada. L'approche progressive adoptée prévoit deux volets interreliés de prévisions océaniques : un volet à l'échelle des *bassins et de la planète* pour prévoir les conditions régnant dans les grands bassins océaniques voisins du Canada et un volet régional voué à la prévision dans les eaux régionales du plateau continental et dans les eaux intérieures, comprenant des applications bio-géochimiques et écosystémiques. Il est prévu que le système final pleinement validé de prévisions, sur les océans, les glaces et l'atmosphère sera lié aux flux de données planétaires produits par le groupe canadien œuvrant dans le cadre de la structure mondiale de systèmes d'observation de la Terre.

Le **Programme de recherche sur les requins** de la DPM a permis de réaliser les premières analyses exhaustives sur l'état du requin bleu et du requin-taupe bleu dans les eaux canadiennes de l'océan Atlantique. Ces analyses s'inscrivent dans une étude internationale coordonnée par la Commission internationale pour la conservation des thonidés de l'Atlantique en vue de déterminer l'état de la population des grands requins de l'Atlantique Nord. Les résultats obtenus au Canada révèlent que la population de requin bleu a diminué d'environ 50 % au cours des dix dernières années.

La DSO dispose maintenant des résultats d'une **étude sur le terrain réalisée en 2002 en collaboration avec des scientifiques suédois.** Ils

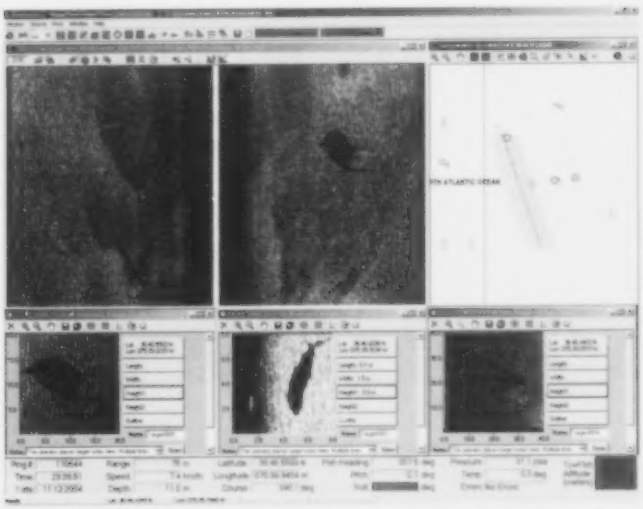
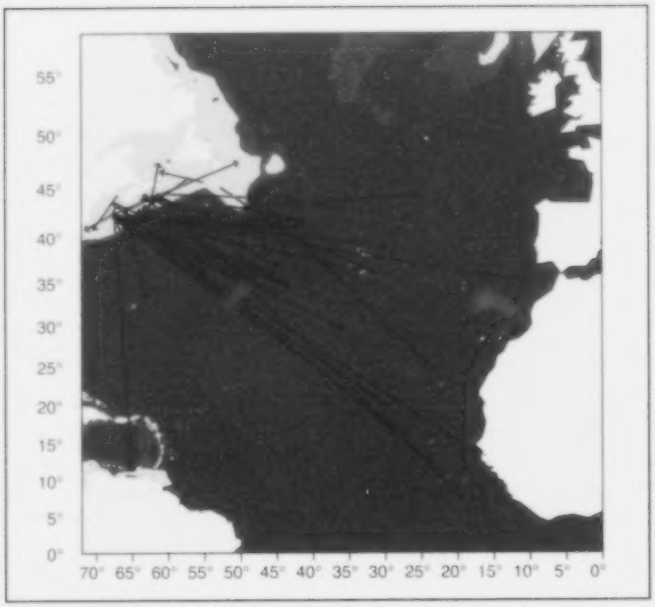
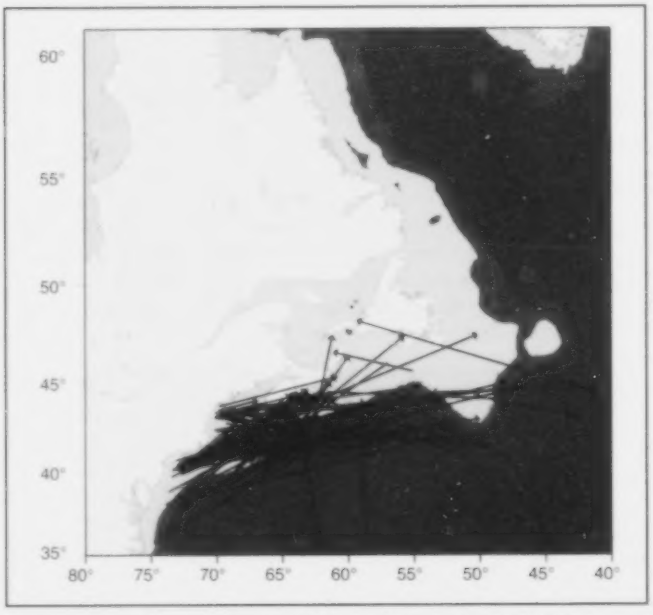


Image d'un requin au sonar à balayage latéral durant un exercice réalisé par le Bureau des levés des routes de navigation au large de la Virginie



Requins marqués durant le Programme de recherche sur les requins de la DPM



Requins recapturés durant le Programme de recherche sur les requins de la DPM

se prolongera jusqu'à la fin de 2006, afin que le nombre de traits comparatifs soit suffisant pour permettre l'interchangeabilité des navires et des données dans chaque Région.

Le **Programme de recherche sismique sur le Gully** a permis d'étudier les éventuels effets des bruits sismiques sur les mammifères marins le long du plateau néo-écossais, notamment sur la baleine à bec commune, une espèce en péril qui vit dans la ZPM du Gully. Le programme a été réalisé en collaboration avec l'industrie et le milieu universitaire. Grâce à la surveillance des relevés sismiques opérationnels, on a pu recueillir dans le cadre de ce programme des données essentielles pour valider et améliorer les modèles de propagation du son utilisés dans les évaluations environnementales. Les résultats obtenus ont été présentés dans un forum public en octobre et ils seront publiés dans un rapport technique financé par le Fonds pour l'étude de l'environnement au début de 2005.

En novembre, le personnel du **Bureau des relevés des routes de navigation** s'est embarqué à bord du NCSM *Shawinigan* pour un exercice au large de Norfolk, en Virginie. L'équipe a procédé à la **collecte et au traitement de données de cartographie** ainsi qu'à la **production de cartes à l'appui de la guerre des mines**. Ces cartes permettent au commandement de mieux apprécier le fond marin. Au cours de l'exercice, le sonar à balayage latéral a renvoyé l'image d'un requin.

Le 25 novembre, le NGCC *Hudson* a lancé le 1 500e flotteur profileur dans le cadre du **Programme international Argo**. On arrivait ainsi à la moitié des lancements prévus dans le cadre du programme, devant aboutir à la mise en place de 3 000 flotteurs profileurs à l'échelle de la planète. Pour la première fois, on observe la température et la salinité en temps réel tous les dix jours dans la couche supérieure océanique de 2 000 mètres. Le flotteur profileur, de conception française, a été fabriqué par Metocean, une entreprise de Dartmouth qui produit des instruments océanographiques.

Un groupe interministériel et interrégional de scientifiques du MPO, d'Environnement Canada, de la Défense nationale et des milieux universitaires a passé près d'un an à élaborer un **système national de prévisions environnementales** destiné notamment à fournir des données fondamentales pour la gestion intégrée des océans et pour l'utilisation efficace et en toute sécurité des océans du Canada. L'approche progressive adoptée prévoit deux volets interreliés de prévisions océaniques : un volet à l'échelle des *bassins et de la planète* pour prévoir les conditions régnant dans les grands bassins océaniques voisins du Canada et un volet *régional* voué à la prévision dans les eaux régionales du plateau continental et dans les eaux intérieures, comprenant des applications bio-géochimiques et écosystémiques. Il est prévu que le système final pleinement validé de prévisions sur les océans, les glaces et l'atmosphère sera lié aux flux de données planétaires produits par le groupe canadien oeuvrant dans le cadre de la structure mondiale de systèmes d'observation de la Terre.

Le **Programme de recherche sur les requins** de la DPM a permis de réaliser les premières analyses exhaustives sur l'état du requin bleu et du requin-taupe bleu dans les eaux canadiennes de l'océan Atlantique. Ces analyses s'inscrivent dans une étude internationale coordonnée par la Commission internationale pour la conservation des thonidés de l'Atlantique en vue de déterminer l'état de la population des grands requins de l'Atlantique Nord. Les résultats obtenus au Canada révèlent que la population de requin bleu a diminué d'environ 50 % au cours des dix dernières années.

La DSO dispose maintenant des résultats d'une **étude sur le terrain réalisée en 2002 en collaboration avec des scientifiques suédois.** Ils

révèlent que l'apport dans le courant groenlandais de l'Est d'eau douce émanant de l'Arctique est confiné à la région voisine de la côte du Groenland. Il apparaît que l'eau douce n'est pas facilement transportée dans la zone de convection profonde de la mer du Groenland, où elle pourrait influer sur la circulation thermohaline, ce qui serait susceptible de créer des régimes climatiques entièrement différents en Amérique du Nord et en Europe. Il semble que la glace marine soit la principale source d'eau douce dans la zone de convection.

ATELIERS ET RÉUNIONS SPÉCIALES

L'adoption, en 1997, de la *Loi sur les océans* du Canada a marqué le début d'une ère nouvelle pour la gestion des ressources océaniques du Canada. Par le passé, les activités anthropiques se déroulant dans l'océan étaient gérées séparément par chacune des industries qui en étaient la source, sans grande interaction entre ces dernières. On adopte de nos jours une approche plus holistique. Cela est particulièrement pertinent pour gérer au mieux les utilisations de l'habitat benthique et leurs incidences sur celui-ci, ce qui concerne diverses industries maritimes, comme la pêche, le pétrole et le gaz et les communications. En 2001, dans le cadre du Processus consultatif régional (PCR), la Direction des sciences ainsi que la Direction des océans et de l'habitat du MPO ont entrepris une stratégie en trois phases afin de déterminer comment le MPO devrait gérer les incidences sur l'habitat benthique. La phase 1, réalisée en 2001, portait sur l'examen d'éventuels systèmes de classification de l'habitat benthique. Elle a débouché sur l'étude du système de classification proposé par Richard Southwood (Ph.D.), un scientifique du Royaume-Uni. M. Southwood a établi des catégories d'habitat fondées sur l'exposition de cet habitat aux perturbations physiques et sur l'exposition des organismes vivant dans cet habitat aux agresseurs physiologiques. La phase II a été lancée en janvier 2004 lors d'un atelier au cours duquel Vladimir Kostylev (Ph.D.), de RNCan, a présenté une **classification des communautés benthiques du plateau néo-écossais**, fondée sur le modèle Southwood, à une réunion de scientifiques des gouvernements fédéral et provinciaux, de l'industrie, et d'ONG tenue dans le cadre du PCR. M. Kostylev a joué un rôle de premier plan dans le regroupement d'information sur la géologie, sur les conditions de l'océan et sur l'écologie benthique. Cette façon radicalement nouvelle d'envisager les écosystèmes benthiques a stimulé la discussion et les résultats de cette réunion serviront à la conservation de divers écosystèmes du fond marin. Un deuxième atelier tenu du 7 au 9 décembre a été l'occasion d'étudier plus avant les concepts et l'application du modèle sur le plateau néo-écossais. Ce travail est jugé novateur et très prometteur, étant susceptible de fournir une base scientifique à la gestion des écosystèmes benthiques. Les premiers travaux de la phase 3, portant sur la meilleure gestion possible des activités anthropiques, doivent débuter en 2005. (Voir l'article intitulé *Vers un nouveau paradigme de représentation de l'habitat benthique*).

La première réunion de planification du projet intitulé **Gulf of Maine Marine Biodiversity Corridor of Discovery**, une initiative du Centre de biodiversité marine (CBM) de l'IOB, qui fera appel à plusieurs membres du personnel de l'IOB dans les années à venir, a eu lieu à la Station biologique de St. Andrews (SBSA) en janvier. Un corridor de biodiversité est provisoirement défini comme étant un couloir du fond marin et de la colonne d'eau le recouvrant qui englobe une grande variété d'habitats et de paysages marins liés entre eux sur le plan écologique, pouvant présenter une grande diversité biologique et où on peut trouver des espèces ou des phénomènes jusqu'alors inconnus. Le CBM a établi un cadre conceptuel pour définir la portée de l'étude de la biodiversité, dans le but d'entreprendre d'ici 5 à 10 ans l'exécution d'un recensement aussi complet que possible des espèces et des paysages marins dans un corridor de « validation de principe ». Une telle initiative servirait de tremplin à la réalisation d'autres objectifs, comme la formation essentielle en biosystématique, l'éducation et la vulgarisation en matière de biodiversité (y compris le partage de données) et un programme de surveillance du changement à long terme. On a retenu pour le projet pilote le golfe du Maine, en raison de son caractère international et transfrontalier, de la variété de ses régions biogéographiques, de l'accès qu'il offre à des habitats d'eau profonde à une distance relativement proche des côtes et du fait qu'il contient à la fois des zones bien connues et d'autres qui le sont peu.

L'atelier **Études environnementales pour une aquaculture durable** s'est tenu à l'IOB du 27 au 29 janvier. Il marquait l'aboutissement d'un projet triennal ayant fait appel à des scientifiques de trois Régions du MPO dans des lieux de concentration de l'aquaculture comme la baie d'Espoir (Terre-Neuve-et-Labrador), le bras Letang (Nouveau-Brunswick) et l'archipel Broughton (Colombie-Britannique). Ce projet, dirigé par des scientifiques de la Région des Maritimes, évaluait les incidences de l'aquaculture intensive du saumon sur la qualité environnementale à l'échelle d'une baie. Les résultats obtenus serviront à l'industrie pour évaluer les options de gestion et à la Gestion de l'habitat du MPO à surveiller et réglementer l'industrie.

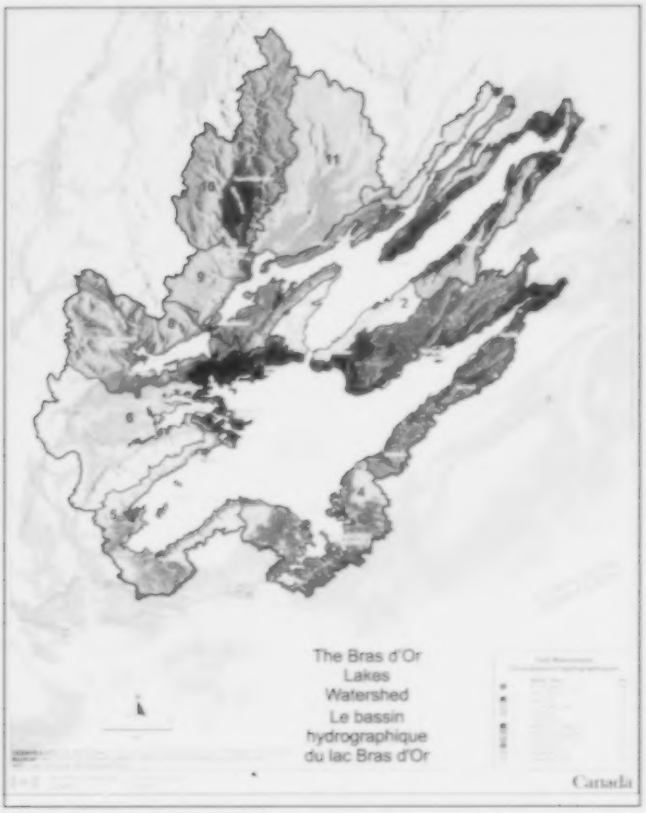
Du 4 au 6 février, RNCan a accueilli à l'IOB **l'atelier sur les géosciences dans la gestion de l'océan**, qui avait pour but de présenter un aperçu des travaux en cours dans le cadre du programme, de solliciter l'opinion des intervenants et de cerner les enjeux nouveaux et les questions moins prioritaires. Les 125 participants comprenaient des représentants d'autres ministères, de l'industrie et des milieux universitaires. L'atelier a été l'occasion de cerner de nouvelles occasions à saisir pour renforcer le programme au fur et à mesure de son évolution.

La Division de la gestion côtière et des océans (DGCO) du MPO a été l'hôte de **L'atelier jeunes gardiens du rivage** à l'IOB du 23 au 25 mars. À cet occasion, 15 enseignants, représentants d'ONG et fonctionnaires locaux ont reçu de la formation sur les habitats de la région, sur les espèces intertidales, sur les techniques de mesure et sur l'exécution de relevés. Dans la région d'Halifax, plusieurs relevés entrepris par des écoliers et des étudiants ont été menés à bien entre juin et août. Le protocole des jeunes gardiens du rivage a aussi été présenté à la première réunion du Community-Based Environmental Monitoring Network, qui s'est tenue à l'Université Saint Mary's le 21 juin.

Plus de 25 délégués représentant 12 pays membres du **Groupe de travail sur le saumon de l'Atlantique Nord du Conseil international pour l'exploration de la mer (CIEM)** se sont rassemblés à l'IOB du 29 mars au 8 avril. Ce groupe de travail se réunit chaque année pour traiter de questions concernant l'état des populations de saumon atlantique dans les zones de compétence du Conseil en Amérique du Nord, dans l'Atlantique Nord-Est et dans l'ouest du Groenland. Il s'agit des questions soumises à l'étude par l'Organisation du saumon de l'Atlantique Nord. Les participants ont aussi assisté à plusieurs matches du Championnat international de hockey féminin et ils ont visité le Centre de biodiversité du MPO à Coldbrook et la nouvelle passe migratoire installée par la Nova Scotia Power à Whitenock. Le rapport du Groupe de travail sur le saumon de l'Atlantique Nord peut être consulté dans le site www.ices.dk.

Les 19 et 20 avril, une **réunion entre le Canada et les États-Unis en vue de discuter des mesures d'atténuation des incidences des pluies acides sur le saumon de l'Atlantique et sur son habitat** a eu lieu à St. Andrew's (Nouveau-Brunswick), sous les auspices de la Division des poissons diadromes de l'IOB et de la Fédération du saumon atlantique. Les habitats du saumon atlantique dans les eaux douces du Maine et des provinces Maritimes - de la Nouvelle-Écosse en particulier – subissent les effets préjudiciables des pluies acides. Cet atelier a été organisé suite à l'intérêt manifesté par les intervenants et les gouvernements du Canada et des États-Unis pour un examen commun des causes, des effets et des mesures d'atténuation possibles des pluies acides.

Le deuxième examen de **l'état d'avancement du projet SIMBOL (la science dans la gestion intégrée du lac Bras d'Or)** a eu lieu à Whycocomagh le 22 avril. Le personnel de l'Océanologie côtière, une section de la Division des sciences océanologiques du MPO à l'IOB, a joué un rôle de premier plan à l'atelier. Depuis l'examen de l'état



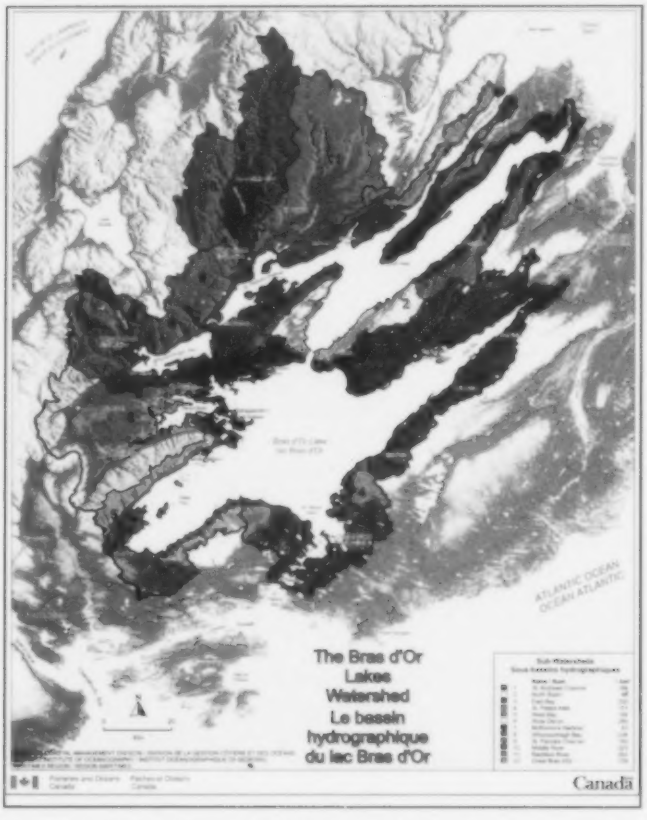
L'avancement du projet en 2003, beaucoup de travail a été accompli par le MPO et par les Premières nations dans ce processus de planification communal dans lequel les intervenants et les responsables de la réglementation se mettent d'accord sur le meilleur équilibre possible entre la conservation, l'utilisation durable des ressources et le développement économique. Cet examen a donné l'occasion de présenter les résultats d'un programme scientifique multidisciplinaire et des collectivités concernées du Cap-Breton. Il s'est terminé par une discussion sur les activités futures à entreprendre dans le cadre du projet SIMBO.

Les 7 et 8 octobre, plus de 150 personnes se sont réunies au Wagmatcook Culture and Heritage Centre de la Première nation de Wagmatcook à l'occasion du deuxième atelier de la **Bras d'Or Lakes Collaborative Environmental Planning Initiative (CEPI)**. Tenu sous les auspices de l'Institut de ressources naturelles Unama'ki, conjointement avec le Integrative Health and Healing Project, l'atelier faisait suite à la réunion de 2003 et il avait pour but de faire participer les citoyens et le gouvernement au processus de planification de la gestion de l'écosystème du Bras d'Or. Les participants ont élaboré une vision pour un Bras d'Or sain et durable, examiné les conditions environnementales actuelles du lac, cerné les améliorations possibles, élaboré des objectifs précis pour le processus de planification et formulé des avis, notamment 15 recommandations pour faire avancer le projet. Les objectifs visés représentent un pas important dans la mise en œuvre de la CEIT et ils serviront à orienter l'élaboration future du plan. La DGSO appuie et encourage cette initiative de collaboration, qui s'inscrit dans un projet d'établissement d'une zone de gestion côtière aux termes de la Loi sur les océans.

Du 23 au 25 août, RNCan a tenu à l'IOB une rencontre intitulée « **Vive la géologie** » à l'occasion du 10e anniversaire du **Programme d'ateliers d'éducation en géosciences** en Nouvelle-Écosse. Trente-trois enseignants venant de partout dans la province ont suivi trois jours de formation interactive consistant en des travaux pratiques et des excursions sur le terrain. Le thème de l'atelier était fondé sur l'histoire géologique de la Nouvelle-Écosse. Les deux premiers jours étaient axés sur les roches et minéraux, les fossiles et le temps géologique, tandis que le troisième jour les participants avaient le choix entre des séances sur la tectonique des plaques, sur le sol, sur le changement climatique et sur le pergélisol et le gaz extracôtiers. Les ateliers d'éducation en géosciences, un programme national d'appui à des ateliers locaux sur les sciences de la terre à l'intention des enseignants canadiens, est coordonné par le Réseau canadien pour l'éducation en géosciences et il est financé par diverses associations qui œuvrent dans le domaine des sciences de la terre. L'atelier a pour but de faire mieux apprécier notre planète en donnant aux éducateurs de meilleures connaissances et ressources pédagogiques.

Michael Sinclair a coprésidé un **atelier national sur la biodiversité marine** à Ottawa, du 29 au 31 octobre. Parrainé par le MPO, par le NSERC et par le programme Census of Marine Life (COML) de la fondation Alfred P. Sloan, cet atelier, qui a été suivi par de nombreux

Participants à « Vive la géologie » à l'IOB



d'avancement du projet en 2001, beaucoup de travail a été accompli par le MPO et par les Premières nations dans ce processus de planification continuel dans lequel les intervenants et les responsables de la réglementation se mettent d'accord sur le meilleur équilibre possible entre la conservation, l'utilisation durable des ressources et le développement économique. Cet examen a donné l'occasion de présenter les résultats d'un programme scientifique multidisciplinaire à des collectivités concernées du Cap-Breton. Il s'est terminé par une discussion sur les activités futures à entreprendre dans le cadre du projet SIMBOL.

Les 7 et 8 octobre, plus de 150 personnes se sont réunies au Wagmatcook Culture and Heritage Centre de la Première nation de Wagmatcook à l'occasion du deuxième atelier de la **Bras d'Or Lakes Collaborative Environmental Planning Initiative (CEPI)**. Tenu sous les auspices de l'Institut de ressources naturelles Unima'ki conjointement avec le Integrative Health and Healing Project, l'atelier faisait suite à la réunion de 2003 et il avait pour but de faire participer les citoyens et le gouvernement au processus de planification de la gestion de l'écosystème du lac Bras d'Or. Les participants ont élaboré une vision pour un lac Bras d'Or sain et durable, examiné les conditions environnementales actuelles du lac, cerné les améliorations possibles, élaboré des objectifs précis pour le processus de planification et formulé des avis, notamment 13 recommandations pour faire avancer le projet. Les objectifs visés représentent un pas important dans la mise en œuvre de la CEPI et ils serviront à orienter l'élaboration future du plan. La DGCO appuie et encourage cette initiative de collaboration, qui s'inscrit dans un projet d'établissement d'une zone de gestion côtière aux termes de la *Loi sur les océans*.

Du 23 au 25 août, RNCan a tenu à l'IOB une rencontre intitulée « **Vive la géologie** » à l'occasion du 10e anniversaire du **Programme d'ateliers d'éducation en géosciences** en Nouvelle-Écosse. Trente-trois enseignants venant de partout dans la province ont suivi trois jours de formation interactive consistant en des travaux pratiques et des excursions sur le terrain. Le thème de l'atelier était fondé sur l'histoire géologique de la Nouvelle-Écosse. Les deux premiers jours étaient axés sur les roches et minéraux, les fossiles et le temps géologique, tandis que le troisième jour les participants avaient le choix entre des séances sur la tectonique des plaques, sur le sol, sur le changement climatique et sur le pétrole et le gaz extracôtiers. Les ateliers d'éducation en géosciences, un programme national d'appui à des ateliers locaux sur les sciences de la terre à l'intention des enseignants canadiens, est coordonné par le Réseau canadien pour l'éducation en géosciences et il est financé par diverses associations qui œuvrent dans le domaine des sciences de la terre. L'atelier a pour but de faire mieux apprécier notre planète en donnant aux éducateurs de meilleures connaissances et ressources pédagogiques.

Michael Sinclair a coprésidé un **atelier national sur la biodiversité marine** à Ottawa, du 29 au 31 octobre. Parrainé par le MPO, par le NSERC et par le programme Census of Marine Life (CoML) de la fondation Alfred P. Sloan, cet atelier, qui a été suivi par de nombreux

Participants à « Vive la géologie », à l'IOB

éminents chercheurs universitaires œuvrant dans le domaine de l'écologie marine au Canada, visait à élaborer les grandes lignes d'un programme de recherche pour la mise en œuvre du plan national ***Trois Océans de Biodiversité*** (coordonné par Ellen Kenchington à l'IOB), qui déboucherait sur une stratégie de financement. Le programme en question s'inscrirait dans la contribution canadienne au CoML.

Le Bureau de planification de la Gestion intégrée de l'est du plateau néo-écossais (GIEPNE) a organisé un **atelier** pour discuter de la **conservation du corail sur le plateau et le talus néo-écossais.** Cet atelier, tenu à la fin d'octobre, avait pour but de déterminer le contenu d'un **Plan de conservation du corail** du plateau néo-écossais, le but étant de publier ce plan en 2005. L'atelier a été axé sur les éléments d'une stratégie de conservation du corail (y compris sur les objectifs généraux de la conservation du corail) et il comprenait des discussions approfondies sur les besoins de la recherche, en particulier en ce qui concerne l'efficacité des stratégies de gestion actuelle. On peut obtenir un résumé de l'atelier auprès du Bureau de planification de la GIEPNE, situé au sein de la DGCO à l'IOB (essim@mar.dfo-mpo.gc.ca).

Pour faire suite aux recommandations des participants aux premier et deuxième ateliers du Forum de la GIEPNE, le Bureau de planification de la GIEPNE a organisé en novembre une série d'**ateliers en vue de donner aux intervenants de plus amples occasions de prendre part à l'initiative de GIEPNE.** Ces ateliers communautaires tenus à Liverpool, Ship Harbour et Port Hawkesbury offraient aux collectivités côtières et à d'autres parties intéressées la possibilité d'en apprendre davantage au sujet de l'initiative de GIEPNE et de contribuer au futur plan de gestion intégrée de l'océan. Chaque atelier consistait en une série de présentations sur les aspects principaux du plan et du processus de planification, suivies d'une période de questions, de rétroaction et de discussion. On pourra obtenir le compte rendu de ces ateliers auprès de la DGCO au début de 2005.

Le **Bureau de planification de la GIEPNE**, qui fait partie de la DGCO, a tenu un atelier sur les **objectifs applicables aux activités humaines** les 1 et 2 décembre, dans le but de contribuer à l'élaboration d'objectifs et d'indicateurs sociaux, économiques et institutionnels complémentaires aux objectifs écosystémiques de la GIEPNE. Cet atelier, auquel participaient 40 gestionnaires gouvernementaux, des experts de l'industrie et des milieux universitaires et techniques ainsi que des représentants d'ONG, a pris appui sur les travaux précédents d'un groupe de travail multilatéral. Le compte rendu de l'atelier, qui sera disponible en janvier, comprendra la partie fondamentale du cadre de gestion par objectifs du plan de GIEPNE.

Sous la présidence d'Alida Bundy, de la Division des poissons de mer, une **discussion en groupe** sur la **gestion écosystémique** a eu lieu à l'IOB le 24 novembre. À cet occasion, des présentations ont été faites par Howard Browman, de l'Institute of Marine Research, de Norvège et par Bob O'Boyle et Don Bowen, du MPO.

Une **rencontre des médias à l'occasion de la fin de l'année** a été organisée par le MPO à l'IOB le 9 décembre. Elle a permis à la Direction des sciences de présenter les travaux entrepris à l'Institut au sujet du changement climatique, en particulier les études océanographiques sur la mer du Labrador et l'Arctique. Pour sa part, la Direction des océans et de l'habitat a présenté un survol des faits saillants de l'année en matière de gestion des océans, tandis que le Bureau régional du MPO a résumé les résultats des diverses pêches pour le Secteur de Scotia-Fundy.

CONFÉRENCIERS

Le 1er avril, le Centre de recherche environnementale sur le pétrole et le gaz extracôtiers a été l'hôte à l'IOB, en association avec Petroleum Research Atlantic Canada, d'un exposé donné par **Per Gerhard Grini**, directeur général de OG21 (Oil and Gas in the 21st Century), qui traitait de ***la stratégie d'investissement de la Norvège en R.-D. dans le domaine du pétrole***, en particulier de ses ***aspects environnementaux et réglementaires sur le plateau continental de la Norvège***. OG21 est un groupe de travail norvégien ayant pour mandat d'acquérir de nouvelles

Rob Macdonald (Ph.D.)

connaissances et technologies permettant de mettre en valeur les ressources du plateau continental norvégien de manière rationnelle sur le plan économique et respectueuse de l'environnement, et de renforcer l'avantage concurrentiel de l'industrie sur le marché mondial.

Charles Mayo (Ph.D.), directeur du Disentanglement Program and Right Whale Habitat Studies au Center for Coastal Studies de Provincetown, au Massachusetts, a donné le 6 avril une conférence portant sur ***l'écologie de l'alimentation des baleines franches*** et plus précisément ***sur les stratégies de sélection des proies***. Le Center for Coastal Studies axe ses recherches sur les mammifères marins et M. Mayo a participé à plusieurs opérations réussies de libération de baleines empêtrées.

Conférences

La **série de séminaires de l'IOB** offre à l'échelle de l'Institut un forum pour la présentation d'exposés sur l'océanographie physique, chimique, biologique et halieutique, sur la géophysique et la géologie marines, sur l'hydrographie, sur l'écologie marine et sur le génie océanique. Dans le cadre de ce programme, l'IOB a accueilli en 2004 des séminaires portant sur les thèmes suivants :

Les nouvelles orientations en matière de cartographie du fond marin et de visualisation des données
- **Larry Mayer (Ph.D.)**, Center for Coastal and Ocean/Joint Hydrographic Center, Université du New Hampshire

Les contaminants, les voies de contamination et le changement : l'Arctique comme étude de cas
- **Rob Macdonald (Ph.D.)**, Institut des sciences de la mer du MPO, Sidney (Colombie-Britannique)

Aperçu des conditions météorologiques et des conditions de l'océan associées à l'ouragan Juan
- **Peter Bowyer,** Centre canadien de prévisions d'ouragans,

Environnement Canada
- **Will Perrie (Ph.D.)**, Division des sciences océanologiques, MPO

Plusieurs groupes au sein de l'IOB parrainent diverses **séries de conférences,** qui constituent des forums de partage des travaux des scientifiques de l'IOB avec leurs collègues et qui font également appel à des conférenciers experts de l'extérieur, venant traiter de divers sujets liés à l'océan. Voici les exposés présentés par des conférenciers invités en 2004:

Séminaires du Centre pour la biodiversité marine (CBM)

Le CBM invite comme conférenciers des scientifiques dont les travaux en matière de recherche halieutique, d'écologie marine, d'océanographie physique et de disciplines scientifiques connexes contribuent à améliorer nos connaissances dans le but de mieux protéger la biodiversité marine.

La pêche en eau profonde : des effets de plus en plus néfastes
Professeur Callum M. Roberts, département d'environnement, Université de York, Angleterre

Les effets propices à grande échelle des réserves marines sur la pêche
- **Professeur Callum M. Roberts**

Des récifs de Lophelia aux tertres de roche carbonatée : comprendre les récifs de coraux d'eaux froides
- **J. Murray Roberts**, Scottish Association for Marine Science, laboratoire marin Dunstaffnage, Oban, Écosse

L'intérêt économique de la protection de la biodiversité et des services de la nature
- **Peter Kareiva (Ph.D.)**, chercheur principal, Pacific Western Conservation Society, Seattle (Washington)

L'avenir du saumon du Pacifique : des choix difficiles, mais des solutions scientifiques simples.
- **Peter Kareiva (Ph.D.)**

Les récifs d'éponge du plateau continental de l'ouest du Canada : un parc jurassique
- **Kim W. Conway (Ph.D.)**, Commission géologique du Canada (Pacifique) **Manfred Krautter (Ph.D.)**, Université de Stuttgart, Allemagne

Les changements dans la structure de l'écosystème du banc Georges
- **Michael J. Fogarty (Ph.D.)**, chercheur principal, National Oceanographic and Atmospheric Association, Woods Hole, Massachusetts

Le Mud Club de la CGC

Le **Mud Club** permet de présenter sans formalité les résultats obtenus en géosciences marines, en mettant à l'honneur les travaux des chercheurs de la CGC et du MPO.

L'immersion des côtes : les effets de la montée du niveau de la mer sur les milieux côtiers
- **Professeur Eric C.F. Bird,** Université de Melbourne, Australie

Nouvelle échelle de temps géologique, se rapportant particulièrement au Crétacé et au Cénozoïque
- **Felix M. Gradstein,** Musée géologique, Université d'Oslo

En 2004, la Division de la gestion côtière et des océans a organisé trois **séminaires sur les océans,** avec des conférenciers venant d'Australie.

Comment les perspectives biophysiques et socio-économiques de l'échelle et des limites spatio-temporelles peuvent structurer les stratégies de gestion des écosystèmes marins
- **Richard Kenchington**, professeur invité, Maritime Policy Centre, Université de Wollongong

Leçons tirées du processus de rezonage du parc marin du Great Barrier Reef
- **Jon Day**, directeur de la conservation, de la biodiversité et du patrimoine mondial, Great Barrier Reef Marine Park Authority

Les possibilités et les défis associés aux ZPM extracôtières
- **Peter Taylor**, directeur de l'établissement des ZPM, ministère de l'Environnement et du Patrimoine, Canberra

Séminaires sur les pêches de capture

La **série de séminaires sur les pêches de capture** se poursuit depuis 2002, sous les auspices des Divisions des poissons de mer, des invertébrés et des poissons diadromes du MPO. Son but premier est de permettre d'échanger des idées et d'être au courant des recherches effectuées à l'IOB et dans d'autres établissements scientifiques. Elle vise particulièrement les membres du personnel appelés à donner des conférences à l'extérieur de l'IOB, en leur donnant l'occasion de faire leurs présentations à l'Institut. La série de séminaires fait aussi appel à des conférenciers venant des universités locales et à des chercheurs invités.

La biodiversité marine : un cadre de recensement et de conservation
- **John Roff (Ph.D.)**, chaire de recherche du Canada, Environnement et Conservation, Université Acadia

Les systèmes d'accouplement et la conservation des espèces exploitées à l'échelle commerciale
- **Sheryllyne Rowe (Ph.D.)**, titulaire d'une bourse de recherche postdoctorale du CRSNG, département de biologie, Université Dalhousie

L'ADN et les baleines à bec : identité de l'espèce et rapports évolutifs chez le moins connu des cétacés
- **Merel Dalebout (Ph.D.)** titulaire d'une bourse de recherche postdoctorale Killam, département de biologie, Université Dalhousie

Pourquoi le stock de morue du Nord du large de Terre-Neuve s'est-il effondré?
- **Ussif Rashid Sumaila**, Unité de recherche économique sur les pêches, Centre des pêches, Université de la Colombie-Britannique

Établir le lien entre les écologies interne et externe des organismes marins : les contributions pratiques de la biologie sensorielle à l'écologie et à l'aquaculture marines
- **Howard Browman (Ph.D.)**, chercheur scientifique principal, Institut de recherche marine, Norvège

Pauses-conférences de la Division des sciences océanologiques (DSO)

Les **pauses-conférences de la DSO** sont des séminaires hebdomadaires qui traitent de sujets d'océanographie physique, chimique et biologie. Elles accueillent des scientifiques locaux et de l'extérieur.

Le plancton et le changement climatique : relevé au moyen de l'enregistreur continu de plancton
- **Chris Reid (Ph.D.)**, Sir Alister Hardy Foundation for Ocean Science, Plymouth, Angleterre

Preuve de l'existence d'une subduction hivernale sur le front subpolaire du Japon et de la mer du Japon
- **Craig Lee (Ph.D.)**, Université de Washington

Effondrement d'une région mixte à une thermocline
- **Bruce Sutherland,** Université de l'Alberta

Progrès récents dans la dynamique des vagues de l'océan
- **Don Resio (Ph.D.)**, United States Army Corps of Engineers

Introduction d'un modèle biogéochimique unidimensionnel couplé atmosphère-océan : projet canadien SOLAS
- **Nadja Steiner (Ph.D.)**, Centre canadien de la modélisation et de l'analyse climatique, Environnement Canada et Université de Victoria

Mécanisme d'inondation et d'assèchement pour le modèle océanique de Princeton
- **Leo Oey (Ph.D.)**, Université de Princeton

Derek Hatfield à bord de son bateau, le Spirit of Canada – Photo de Hal Davies

VISITEURS

Le 16 février, **Derek Hatfield** a visité l'IOB, à l'invitation du Service hydrographique du Canada. Ce fut pour le personnel de l'Institut l'occasion de découvrir les aventures de Dereck dans le cadre de la course en solitaire **Around Alone**. Derek a construit son bateau le *Spirit of Canada* et, seul à sa barre, a parcouru plus de 28 700 milles nautiques. Après avoir quitté New York en septembre 2002, il a franchi la ligne d'arrivée à Newport, Rhode Island, le 31 mai 2003. Lors de cette course, qualifiée de « plus grand défi physique et mental de tous les sports », une rafale de vent au large du cap Horn a projeté Derek dans l'océan glacial et occasionné à son bateau de graves dommages, dont les réparations l'ont obligé à s'arrêter quatre semaines en Argentine. Cela n'a pas empêché Derek de remporter la troisième place au classement général dans la catégorie II et le *Spirit of Canada* d'être le bateau de 40 pieds le plus rapide de la course.

L'amiral Glen Davidson, commandant du Commandement Maritime (Atlantique), a rendu visite à l'IOB le 3 mars. À cette occasion, on lui a présenté un aperçu des programmes de recherche de l'Institut qui intéressent le MDN et des importantes activités de collaboration avec le Bureau des levés des routes de navigation à l'IOB.

Le 16 mars, le troisième étage de l'immeuble Van Steenburgh a servi de cadre au tournage d'une partie du film ***River King***. L'équipe de tournage a passé la journée dans le laboratoire de Kenneth Lee, qui dans le film représente un laboratoire médico-légal. Plusieurs membres du personnel de l'IOB ont contribué à faciliter les activités de tournage, l'utilisation du laboratoire et le travail des 50 membres de l'équipe de tournage. L'IOB est heureux d'appuyer l'industrie cinématographique néo-écossaise, dont l'apport financier à la province est important.

Le biologiste Trevor Goff montre au ministre des Pêches et des Océans, Geoff Regan, (à droite) et au député de Tobique-Mactaquac, Andy Savoy, (à gauche) un poisson marqué issu de la banque de gènes vivants de la population de saumon atlantique de l'arrière-baie de Fundy, qui est en voie de disparition.

Le ministre de Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, Reg Alcock, a visité l'IOB le 13 avril. Il y était déjà venu à l'époque où il fréquentait comme étudiant l'Université Dalhousie et souhaitait renouveler l'expérience. Le ministre Alcock était favorable au nouveau projet de construction prévu pour 2004, mais qui fait l'objet d'un réexamen par le nouveau gouvernement. La construction du nouveau laboratoire a toutefois bel et bien démarré en automne.

Un groupe de **15 agents du service extérieur** a visité l'IOB le 22 avril. Ces agents du ministère des Affaires étrangères sont affectés à diverses ambassades canadiennes dans le monde. Les scientifiques de l'IOB leur ont présenté des exposés au sujet de la gestion intégrée de l'océan, faisant état notamment des progrès accomplis dans la gestion intégrée de l'est du plateau néo-écossais, et de la démarche canadienne en la matière, des nouvelles techniques utilisées pour représenter et classer le fond marin, de l'utilisation des zones de protection marines et des Rapports sur l'état de l'écosystème. Les agents du service extérieur ont été particulièrement intéressés par les répercussions que les activités de recherche et de gestion menées à l'IOB peuvent avoir sur le commerce et la politique.

Leonard Hill, le consul général des États-Unis à Halifax, a rendu visite à l'Institut le 26 mai. Il y a fait le tour des installations en compagnie du directeur de l'IOB, Michael Sinclair, et de Richard Eisner.

Des élèves et des membres du personnel de l'**Institut international de l'océan (IIO)** sont venus à l'IOB le 10 juin pour marquer la Journée des océans. L'IIO concentre son action sur les utilisations pacifiques et durables des océans et des côtes. Au Canada, l'IIO est établi à l'Université Dalhousie, où sont offerts des programmes de gouvernance de l'océan utiles aux collectivités côtières.

Le 14 septembre, l'**honorable Geoff Regan**, ministre des Pêches et des Océans, est venu rendre visite à l'IOB. À cette occasion, on lui a présenté un aperçu des programmes scientifiques de l'Institut. Bob

Yvan Hardy (Ph.D.), expert scientifique en chef à Ressources naturelles Canada, remet à Kenneth Lee (Ph.D.) le Prix du leadership des Partenaires fédéraux en transfert de technologie.

Brian Petrie (Ph.D.) accepte la médaille d'océanographie J.P. Tully de 2004. Photo gracieusement offerte par la Société canadienne de météorologie et d'océanographie.

O'Boyle, directeur associé des Sciences et coordonnateur du Processus consultatif régional, a animé une discussion portant sur l'appui de l'IOB aux activés continues de gestion intégrée de l'océan, notamment sur l'appui scientifique à l'évaluation environnementale (avec Ken Lee) et à l'appréciation de l'état de l'écosystème du plateau néo-écossais (avec Ken Frank). Après la discussion, le Ministre a fait un bref tour des lieux, s'arrêtant d'abord à la Division de la circulation océanique, où John Loder, Allyn Clarke, Charles Hannah et d'autres employés l'ont entretenu de l'étude du changement climatique, de l'observations de la Terre et de la modélisation océanographique couplée; le Ministre s'est ensuite rendu au Dépôt, où Michel Mitchell et Alex Herman lui ont présenté certaines des innovations et succès de commercialisation de l'Institut dans le domaine des instruments océanographiques. Le lendemain, le Ministre se renseigner sur les activités de la Division des poissons diadromes (DPD) à l'IOB en rendant visite à son établissement satellite, le **Centre de biodiversité de Mactaquac,** où il a pris connaissance des programmes d'élevage de reproducteurs en captivité et de banque de gènes vivants concernant le saumon atlantique.

Une délégation diplomatique française a visité l'IOB le 7 décembre, sous la conduite de René Lavoie. Elle se composait d'**Odile Jouanneau**, épouse de l'ambassadeur de France au Canada et ingénieure chargée de projet auprès du Centre national de la recherche scientifique, de **Jean Sarrazin**, conseiller scientifique et technique à l'ambassade de France à Ottawa et de **Claire LaPeyne**, attachée culturelle auprès du consulat général de France à Moncton et Halifax.

PRIX ET DISTINCTIONS HONORIFIQUES

Steven Campana (Ph.D.), de la Division des poissons de mer, a reçu le **Prix d'excellence pour l'ensemble de ses réalisations** lors du ***troisième symposium international de recherche appliquée sur les otolithes de poisson***, tenu à Townsville, en Australie. Le comité directeur du symposium décerne ce prix tous les cinq ans à une personne qui s'est distinguée par sa contribution internationale exceptionnelle à l'étude des otolithes. Son choix s'est porté sur Steven Campana, en raison des progrès scientifiques réalisés par ce dernier dans la détermination de l'âge des poissons et l'identification de leurs stocks.

Le Prix du leadership des Partenaires fédéraux en transfert de technologie (PFTT) récompense un employé fédéral qui par sa créativité et son leadership exemplaire a renforcé la capacité du gouvernement à transférer la technologie ou les connaissances issues des laboratoires fédéraux à ceux qui sont en mesure de les exploiter au mieux. En 2004, ce prix a été attribué à **Kenneth Lee (Ph.D.)**, directeur administratif du Centre de recherche environnementale sur le pétrole et le gaz extracôtiers, en hommage à son leadership dans l'élaboration et le transfert de technologie et de stratégies novatrices pour atténuer les dommages occasionnés par les déversements d'hydrocarbures et faciliter le rétablissement de l'habitat naturel.

Le lauréat du prix Beluga, David McKeown (Ph.D.)

Brian Petrie (Ph.D.) a reçu pour sa part **la médaille d'océanographie J.P. Tully** de 2004 en récompense de ses contributions remarquables à l'océanographie au Canada. Les premières recherches effectuées par Brian Petrie avaient débouché sur une meilleure compréhension dynamique de phénomènes physiques importants dans la zone océanique côtière; plus récemment, son travail d'équipe dans l'observation et l'interprétation de la variabilité des écosystèmes marins a abouti à des progrès notables dans notre connaissance des transformations à

Cérémonie de remise de la bourse Unama'ki. De gauche à droite : René Lavoie (Ph.D.), MPO; Michael Sinclair (Ph.D.), MPO; Shelley Denny, Institut de ressources naturelles Unama'ki; Tom Traves (Ph.D.), président, Université Dalhousie; Bernie Boudreau (Ph.D.) président, département d'océanographie de l'Université Dalhousie; Gary Bugden (Ph.D.), MPO; Jan Kwak (Ph.D.), doyen des études supérieures de l'Université Dalhousie. Au premier rang : Shauna Barrington, lauréate de la bourse en 2003; Erin Breen et Anna Metaxas (Ph.D.) du département d'océanographie de l'Université Dalhousie, lauréats de la bourse Unama'ki en 2004 - Photo de Daniel Labrie, Université Dalhousie

Le directeur de l'IOB, Michael Sinclair (à gauche), en compagnie de gagnants du prix d'exposition scientifique Jennifer Bates, Rob Fensome et Graham Williams

long terme et des changements de régime survenant dans le milieu marin. La médaille est décernée chaque année par la Société canadienne de météorologie et d'océanographie.

Beth Lenentine, coordonnatrice adjointe du Centre de biodiversité de Coldbrook, a été l'une des 16 employés choisis à l'échelle nationale pour illustrer l'importance des gens qui travaillent au MPO dans le volet ***Le vrai visage du MPO*** du Plan stratégique. Cette partie du plan comportera sa photo et une courte description de son travail, qui consiste à tenir une banque de gènes vivant du saumon atlantique de l'arrière-baie de Fundy, population en voie de disparition.

Le **prix Beluga de l'Association des amis de l'océan de l'IOB** a été décerné en 2004 à **David McKeown (Ph.D.)**, en reconnaissance de ses nombreuses réalisations techniques novatrices, tant en hydrographie qu'en océanographie, au cours de ses 35 années de service à l'IOB.

L'aire d'exposition située à l'extérieur de la cafétéria donne aux scientifiques de l'IOB l'occasion de présenter leurs travaux. On change d'exposition chaque mois et à la fin de l'année toutes les expositions présentées sont jugées par un comité représentant tous les groupes participants; l'exposition gagnante remporte le **prix d'exposition scientifique de l'IOB**. Les expositions sont jugées en fonction de divers facteurs, dont leur effet visuel et leur valeur comme moyen de communication et de promotion des sciences. L'exposant gagnant reçoit un petit trophée et on lui remet également, ainsi qu'à celui qui remporte la seconde place, un certificat-cadeau d'un restaurant local. Le prix 2003-2004 a été remporté par la **Commission géologique du Canada**, de RNCan, pour son exposition sur les stratégies concertées de cartographie géologique au Canada.

dont les auteurs étaient ***Simon Hammer, Jennifer Bates, Rob Fensome, Bill MacMillan, Phil O'Regan et Graham Williams***.

L'exposition sur la ***gestion intégrée de notre bassin hydrographique et habitat*** a obtenu la seconde place. Elle était le fruit d'un partenariat entre la **Division de la gestion de l'habitat** et la **Section de gérance et de liaison scientifique du MPO**. Tant la Région du Golfe que celle des Maritimes du MPO ont contribué à cette exposition, qui intégrait aussi de l'information provenant de tout le pays.

L'équipe de la **Division de l'étude du milieu marin** du MPO composée de **Lene Buhl-Mortensen, Derek Davis, Ursula Grigg, Kevin MacIsaac, Leslie Pezzack et Elizabeth Vardy** a remporté une mention honorable pour son exposition ayant pour thème ***l'initiative sur la diversité des invertébrés marins : l'atelier sur les amphipodes de 2003.***

La **Bourse Unama'ki-Pêches et Océans pour 2004-2005** a été décernée au professeur de l'Université Dalhousie **Anna Metaxas** et à son élève **Erin Breen,** en récompense de leur travail sur les ***régimes de colonisation du lac Bras d'Or par le crabe vert étranger et leurs conséquences sur les décapodes indigènes.*** La bourse est décernée en commun par le MPO et par l'Institut de ressources naturelles Unama'ki à l'équipe de l'Université Dalhousie - constituée d'un étudiant de troisième cycle et d'un membre du corps professoral – qui a soumis le meilleur projet de recherche de cycle supérieur sur un sujet concernant les ressources naturelles du Cap-Breton en général et du lac Bras d'Or en particulier. Les lauréats s'engagent à encadrer et à faire participer à leurs travaux de recherche un élève d'école secondaire d'une des Premières nations du Cap-Breton.

La **Campagne de charité en milieu de travail du gouvernement du Canada de 2004** a valu à l'IOB deux **Prix tournesol**; ces prix récompensent les contributions exemplaires à la campagne. **Rhonda Coll**, qui était responsable de compte pour le MPO en 2003 et 2004, a été nommée responsable de compte de l'année chez les femmes. **RNCan**, qui avait pour responsable de compte **Maureen MacDonald,** a reçu un Prix tournesol récompensant les activités spéciales de collecte de fonds les plus réussies. *(Voir **L'IOB au service de la communauté en 2004.**)*

Prix de Pêches et Océans Canada

Le **Prix de distinction du MPO** est décerné à un employé dont les réalisations et les contributions exceptionnelles ont fait progresser l'accomplissement des objectifs du Ministère et de la fonction publique. Son attribution est fondée sur l'excellence dans la prestation de service, sur l'appréciation des gens et sur l'appui à ces derniers, sur les valeurs, sur la déontologie et sur l'excellence dans les stratégies et/ou les sciences. Quant au **Prix d'Excellence du sous-ministre,** il a été établi pour rendre un hommage supplémentaire aux contributions au MPO les meilleures et les plus exemplaires parmi celles des candidats au Prix de distinction.

Prix d'Excellence du sous-ministre

Depuis 1981, **Ginette Robert (Ph.D.),** de la Division des invertébrés, effectue des recherches et réalise les relevés annuels sur les stocks de pétoncle du plateau néo-écossais et du banc Georges. Elle s'est distinguée elle-même et a fait honneur au MPO par l'excellence de ses services aux clients, par sa collaboration horizontale avec d'autres secteurs et ministères, et par l'établissement de partenariats stratégiques avec le secteur privé. Grâce à sa conscience professionnelle et à son grand souci de l'état des stocks de pétoncle, elle a contribué au bien-être économique et social des milliers de gens qui dépendent de la pêche du pétoncle en Atlantique. De plus, Madame Robert a prouvé que les scientifiques de son sexe peuvent travailler en étroite collaboration avec les capitaines et les équipages des bateaux de pêche, et réaliser des relevés scientifiques à partir des bateaux de l'industrie.

Par l'intermédiaire d'un programme d'emploi de transition, **Douglas Frizzle** et **June Senay,** du Service hydrographique du Canada (SHC), ont aidé des personnes faisant face à des problèmes de santé mentale à

Le sous-ministre du MPO, Larry Murray, à gauche, remet le Prix d'Excellence en sciences du sous-ministre à John Smith (Ph.D.).

réintégrer le marché du travail. C'est Douglas, superviseur à la Section de la carte électronique de navigation, qui a pris conscience du potentiel des membres du programme d'emploi de transition et a établi des relations avec eux. Pour sa part, June, qui est hydrographe polyvalente au sein de cette section, s'est chargée de former et d'appuyer les membres de ce programme, en leur assurant un mentorat et en veillant à ce qu'ils produisent un travail de qualité. Douglas et June ont prouvé qu'avec des solutions créatives à des problèmes internes de ressources humaines on peut créer des conditions de travail en équipe qui conviennent à une diversité de personnes, aux capacités et bagages scolaires variés.

John N. Smith (Ph.D.), de la Division de l'étude du milieu marin, et ses collègues de l'équipe qui étudie les propriétés chimiques des masses d'eau [Robie W. Macdonald (Ph.D.) (Région du Pacifique), Luc Beaudin et Charles Gobeil (Région du Québec)] ont reçu le Prix d'Excellence en sciences du sous-ministre en sciences. Cette équipe interrégionale de chercheurs a entrepris deux grands projets d'analyse des changements dans le flux de carbone organique et d'étude de la présence de contaminants dans les bassins profonds de l'Arctique. Ses données concluantes sur l'accumulation de composés chimiques et de plomb dans les dépôts de sédiments ont permis aux scientifiques de mieux comprendre les tendances des phénomènes planétaires des dernières décennies dans cette région et leurs liens avec le changement climatique.

Prix de distinction

Jim Leadbetter, de la Direction des océans et de l'habitat, a fait preuve d'intégrité et d'équité tout au long de sa carrière au programme de gestion de l'habitat du poisson. Ses fonctions l'ont amené à effectuer un travail qui exige d'équilibrer les considérations environnementales, juridiques, stratégiques et socio-économiques dans le processus décisionnel. Il a mis sur pied le programme sur l'habitat avant que les politiques actuelles soient élaborées et il a travaillé avec les promoteurs d'ou-

vrages à la mise en place de méthodes de travail qui protègent convenablement l'habitat du poisson. Expert principal des évaluations en eau douce, Jim a joué un rôle de mentor auprès de tout le personnel. Sa conscience professionnelle s'est traduite par un haut degré d'engagement envers la politique et les activités de protection de l'habitat du poisson mises en œuvre par le MPO.

Shayne McQuaid, de la Direction des océans et de l'habitat, contribue depuis longtemps à une excellente gérance de l'habitat dans la Région des Maritimes. Le temps, les déplacements et les efforts qu'il y a consacrés ont débouché sur une participation active des groupes communautaires à la restauration de l'habitat du poisson. C'est en particulier sa crédibilité auprès de certains des secteurs-clients les plus difficiles qui a permis de faire assumer à des groupes une grande part de responsabilité à l'égard des eaux locales. Shayne encadre les membres du personnel de la Section de gérance qui travaillent avec les divers groupes et dans ses activités professionnelles il semble toujours faire en sorte de présenter le MPO sous son meilleur jour, tout en voyant à ce que le travail sur l'habitat soit couronné de succès.

Trudy Wilson a été nommée coordonnatrice régionale du Projet d'évaluation ministérielle et d'ajustement des ressources (PEMAR) en 2002, rôle qui venait s'ajouter à ses fonctions habituelles de directrice adjointe, Océans et Habitat. Trudy a excellé dans la coopération horizontale avec tous les secteurs de la Région ainsi qu'avec les autres coordonnateurs régionaux du PEMAR et ses collègues de l'Administration centrale, veillant à ce que la Région des Maritimes ait son mot à dire et reçoive une information complète. Trudy a fait preuve d'un haut degré de compétence professionnelle et d'appui aux valeurs de la fonction publique en rendant l'information complexe sur le PEMAR accessible aux employés de la Région.

La candidature de Joan Hebert-Sellars au Prix de distinction a été présentée par la Division de la gestion côtière et des océans (DGCO), pour récompenser les services exceptionnels de Joan comme experte en approvisionnements de cette division et, partant, sa contribution à l'exécution du programme. Joan fait chaque jour la preuve de son engagement envers le MPO et envers son travail. Grâce à ses connaissances, à sa sensibilité aux besoins des clients et à sa bonne volonté, on peut être certain que les deniers publics sont optimisés dans les approvisionnements de la DGCO et que les politiques et méthodes d'approvisionnement du gouvernement sont respectées.

Grâce à ses connaissances profondes et à sa curiosité au sujet des architectures technologiques, **Tobias Spears** a fait preuve de leadership dans l'élaboration de solutions novatrices pour la transmission d'information numérique aux clients externes du MPO. Il a aussi contribué de manière importante au Ministère; par exemple, son document de travail sur la gestion et le soutien des bases de données partagées utilisées dans les applications informatiques nationales a été bien accueilli par le Comité des services, qui est chargé des questions de mise en place d'applications à l'échelle nationale et des initiatives d'amélioration de la prestation des services d'infrastructure.

Tout au long de sa carrière, **Mark Lundy** a gagné le respect et l'amitié des pêcheurs côtiers de pétoncle de la baie de Fundy auprès desquels il a travaillé. Ses relations avec l'industrie de la pêche facilitent l'acceptation par celle-ci des avis scientifiques sur la gestion des ressources halieutiques. L'engagement personnel de Mark dans le festival annuel de pétoncle de Digby représente une occasion de renseigner le public et de discuter avec les pêcheurs dans un cadre amical. Chaque année, les organisateurs du festival lui ont remis une plaque rendant hommage à sa contribution.

Depuis 15 ans, **Barry Hargrave (Ph.D.)** fait preuve d'un leadership hors pair dans la recherche scientifique régionale et la coordination des travaux de recherche nationaux sur les interactions entre l'environnement et l'aquaculture des poissons. Il a entrepris de présenter les résultats de ses travaux à l'industrie de l'aquaculture et aux organismes de réglementation provinciaux. Il a aussi joué un rôle de premier plan en fournissant des avis scientifiques pour un guide destiné à faciliter la préparation et l'examen des Énoncés d'incidences environnementales (EIE) des sites aquicoles, qui sont exigés par la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale*. Au fil de sa carrière, Barry Hargrave a fait preuve d'excellence scientifique et il a montré l'importance des recherches multirégionales et multidisciplinaires.

Recherches et consultations entreprises à l'IOB au subject des activités pétrolières et gazières :

vers des conditions d'exploration, de mise en valeur et de régiementation des hydrocarbures conformes aux exigences de la sécurité et respectueuses de l'environnement

John Loder (MPO), Kenneth Lee (MPO), Gary Sonnichsen (RNCan), Paul Macnab (MPO) et Don McAlpine (RNCan)

Les recherches et consultations entreprises à l'Institut océanographique de Bedford sont une importante source d'information pour mettre en valeur les réserves pétrolières et gazières du large des côtes du Canada d'une manière qui réduise les risques connexes et les effets environnementaux néfastes. Celles que réalise la Commission géologique du Canada (CGC) Atlantique, qui fait partie de RNCan, sont axées sur l'évaluation des réserves d'hydrocarbures extracôtiers, sur la stabilité du fond marin et sur les géorisques; celles de la Direction des sciences du MPO concernent la description du milieu océanique physique et l'évaluation des effets éventuels des activités pétrolières et gazières sur le biote et les ressources halieutiques; enfin, la Direction des océans et de l'habitat du MPO s'intéresse pour sa part à l'élaboration de stratégies de gestion intégrée. Les activités entreprises comprennent l'élaboration d'instruments, des expériences sur le terrain et en laboratoire, de la modélisation informatique et des études d'interprétation pour comprendre les écosystèmes océaniques et leur sensibilité aux perturbations. Les chercheurs de l'IOB formulent des avis scientifiques destinés à l'industrie, aux organes de réglementation, aux intervenants en cas d'urgence environnementale et à d'autres instances décisionnelles appelées à établir des stratégies de gestion et de protection des ressources océaniques du Canada qui soient viables et conformes aux exigences de la sécurité.

Bassins sédimentaires du large du Canada atlantique présentant des réserves possibles d'hydrocarbures (délimitées en rose) ; les champs de production actuels sont illustrés par des cercles pleins, rouges pour le gaz et verts pour le pétrole

Dans le tour d'horizon qui suit, nous présentons des exemples du vaste éventail d'activités exécutées par l'IOB au Canada atlantique dans le domaine de la mise en valeur du pétrole et du gaz, depuis l'estimation du type et de la distribution des ressources pétrolières jusqu'à la protection des écosystèmes océaniques.

DISTRIBUTION DU PÉTROLE SOUS-MARIN : pourquoi, où et combien?

Le pétrole et le gaz sont essentiellement dérivés des restes de plantes et d'animaux microscopiques qui vivaient dans les mers anciennes et qui, en mourant, ont coulé au fond. Une fois tout l'oxygène ambiant épuisé dans la décomposition partielle de ces organismes, ce qui restait de ces derniers a été ensuite préservé dans la roche, sous forme de matière organique sédimentaire. Au fur et à mesure que ces couches rocheuses riches en matière organique étaient enterrées sous les sédiments subséquents, la matière organique a été chauffée et s'est « cuisson » a produit des hydrocarbures. En général, dans ce processus, les matières d'origine animale produisent du pétrole et les matières d'origine végétale produisent du gaz.

Depuis 1959, l'exploration industrielle du pétrole du plateau continental et du talus continental au large du Canada atlantique a révélé l'existence réelle ou possible de vastes dépôts de pétrole et de gaz. Ces

Recherches et consultations entreprises à l'IOB au subject des activités pétrolières et gazières :

vers des conditions d'exploration, de mise en valeur et de réglementation des hydrocarbures conformes aux exigences de la sécurité et respectueuses de l'environnement

John Loder (MPO), Kenneth Lee (MPO), Gary Sonnichsen (RNCan), Paul Macnab (MPO) et Don McAlpine (RNCan)

Les recherches et consultations entreprises à l'Institut océanographique de Bedford sont une importante source d'information pour mettre en valeur les réserves pétrolières et gazières du large des côtes du Canada d'une manière qui réduise les risques connexes et les effets environnementaux néfastes. Celles que réalise la Commission géologique du Canada (CGC) Atlantique, qui fait partie de RNCan, sont axées sur l'évaluation des réserves d'hydrocarbures extracôtiers, sur la stabilité du fond marin et sur les géorisques; celles de la Direction des sciences du MPO concernent la description du milieu océanique physique et l'évaluation des effets éventuels des activités pétrolières et gazières sur le biote et les ressources halieutiques; enfin, la Direction des océans et de l'habitat du MPO s'intéresse pour sa part à l'élaboration de stratégies de gestion intégrée. Les activités entreprises comprennent l'élaboration d'instruments, des expériences sur le terrain et en laboratoire, de la modélisation informatique et des études d'interprétation pour comprendre les écosystèmes océaniques et leur sensibilité aux perturbations. Les chercheurs de l'IOB formulent des avis scientifiques destinés à l'industrie, aux organes de réglementation, aux intervenants en cas d'urgence environnementale et à d'autres instances décisionnelles appelées à établir des stratégies de gestion et de protection des ressources océaniques du Canada qui soient viables et conformes aux exigences de la sécurité.

DEM image: J. Shaw, GSC Atlantic

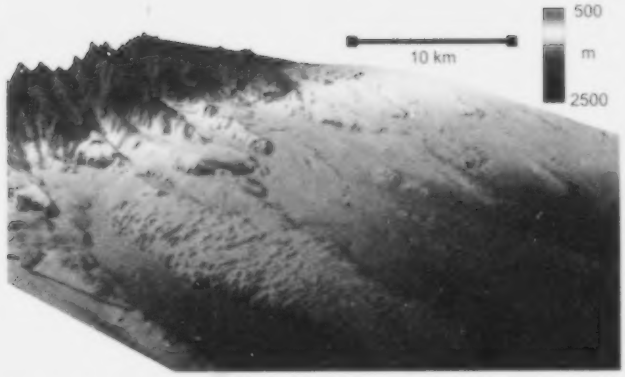
Bassins sédimentaires du large du Canada atlantique présentant des réserves possibles d'hydrocarbures (délimitées en rose) : les champs de production actuels sont illustrés par des cercles pleins, rouges pour le gaz et verts pour le pétrole

Dans le tour d'horizon qui suit, nous présentons des exemples du vaste éventail d'activités exécutées par l'IOB au Canada atlantique dans le domaine de la mise en valeur du pétrole et du gaz, depuis l'estimation du type et de la distribution des ressources pétrolières jusqu'à la protection des écosystèmes océaniques.

DISTRIBUTION DU PÉTROLE SOUS-MARIN : pourquoi, où et combien?

Le pétrole et le gaz sont essentiellement dérivés des restes de plantes et d'animaux microscopiques qui vivaient dans les mers anciennes et qui, en mourant, ont coulé au fond. Une fois tout l'oxygène ambiant épuisé dans la décomposition partielle de ces organismes, ce qui restait de ces derniers a été ensuite préservé dans la roche, sous forme de matière organique sédimentaire. Au fur et à mesure que ces couches rocheuses riches en matière organique étaient enterrées sous les sédiments subséquents, la matière organique a été chauffée et sa « cuisson » a produit des hydrocarbures. En général, dans ce processus, les matières d'origine animale produisent du pétrole et les matières d'origine végétale produisent du gaz.

Depuis 1959, l'exploration industrielle du pétrole du plateau continental et du talus continental au large du Canada atlantique a révélé l'existence réelle ou possible de vastes dépôts de pétrole et de gaz. Ces



Glissement de terrain sous-marin (au premier plan) sur le talus du plateau néo-écossais illustré d'après des données sismiques en 3D (illustration émanant de la société EnCana)

Grand iceberg, ressemblant à un bassin de carénage, en train de dériver vers le sud dans la banquise du large

Les vagues et le NGCC Hudson à proximité de la structure à embase-poids d'Hibernia, sur les Grands Bancs

dépôts se trouvent dans des bassins sédimentaires dont l'épaisseur peut atteindre 25 km, formés sous l'effet de la tectonique des plaques continentales lorsque l'Afrique et l'Europe se sont séparées et dissociées de l'Amérique du Nord, il y a de cela entre 250 et 100 millions d'années. En raison des variations régionales dans le type de matière organique, c'est surtout du gaz qui est présent au large de la Nouvelle-Écosse et du pétrole au large de Terre-Neuve-et-Labrador.

Les spécialistes des sciences de la terre de RNCan, souvent en collaboration avec des partenaires de l'industrie, des provinces et des universités, analysent les données des relevés sismiques de l'industrie, ainsi que des carottes et des échantillons de déblais provenant des puits d'exploration pour évaluer le potentiel pétrolier et gazier des bassins frontaliers, depuis le banc Georges jusqu'à la baie de Baffin. Leurs évaluations sont utilisées par des organes de réglementation comme les Offices Canada – Nouvelle Écosse et Canada – Terre-Neuve-et-Labrador des hydrocarbures extracôtiers ainsi que par les décideurs fédéraux et provinciaux responsables des questions d'énergie. L'industrie du pétrole et du gaz se fonde sur l'information et les interprétations de ces évaluations pour réduire les risques dans l'exploration et cerner les régions qui offrent un potentiel à évaluer plus à fond.

STABILITÉ DU FOND MARIN ET RISQUES CONNEXES : le pétrole peut-il être extrait en toute sécurité?

La stabilité du fond marin qui recouvre les bassins d'hydrocarbures a d'importantes conséquences sur les aspects économiques et environnementaux ainsi que sur la sécurité des installations d'exploration, de production et de transport de ces hydrocarbures extracôtiers. La CGC Atlantique et ses partenaires procèdent à des études sur le terrain pour déterminer quels sont les matériaux qui composent le fond marin et quelle est leur mobilité, afin d'établir le risque de glissement de terrain sous-marin sur le talus continental et de cerner les effets du transport de

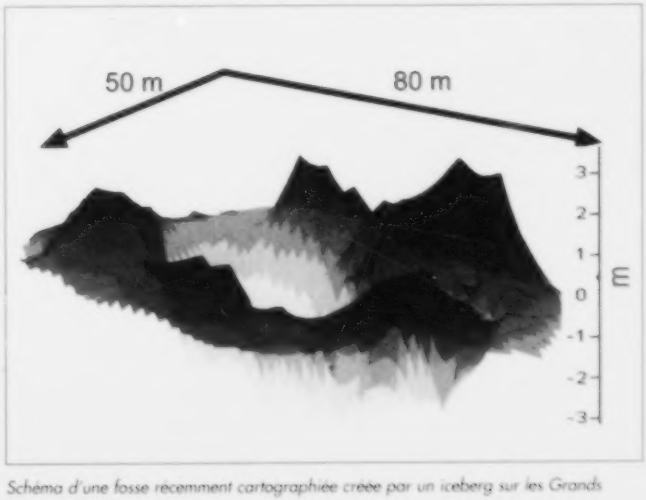


Schéma d'une fosse récemment cartographiée créée par un iceberg sur les Grands Bancs en 2000

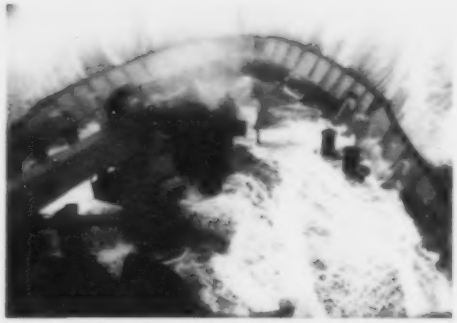
sédiments (érosion et attetrissement) associés aux vagues et aux courants. Les techniques modernes de relevé sismique et de visualisation par ordinateur permettent d'obtenir des cartes tridimensionnelles des zones de débris des glissements de terrain, qui fournissent des renseignements importants pour le forage exploratoire.

Les études du fond marin réalisées par la CGC Atlantique portent aussi sur la fréquence et les effets de l'affouillement occasionné par le frottement des saillies inférieures des icebergs sur le plateau continental de Terre-Neuve et sur celui du Labrador. Où et à quelle fréquence se produisent ces affouillements? Jusqu'à quel point leurs effets sont-ils nuisibles? Ce sont-là des questions qui ont des répercussions importantes sur les coûts et les risques associés aux installations placées sur le fond marin. Les données des études réalisées servent à établir des paramètres techniques pour la construction des structures utilisées au large de nos côtes.

LE MILIEU OCÉANIQUE PHYSIQUE :
facteurs influant sur la sécurité des activités

L'Atlantique Nord-Ouest est souvent un milieu de travail difficile pour l'industrie du pétrole et du gaz ainsi que pour les autres industries maritimes. Des facteurs environnementaux physiques comme les vagues, les vents, les icebergs, la glace marine et les courants peuvent influer sur la sécurité et sur la vulnérabilité de l'environnement au cours des activités d'exploration, de production et de transport.

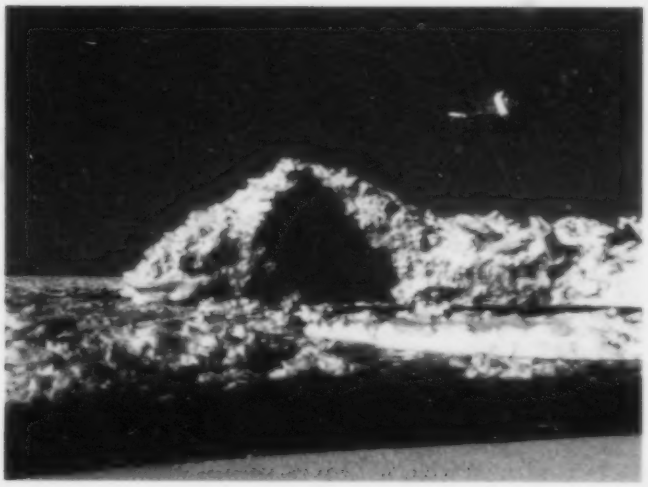
Les Sciences du MPO ont des programmes de recherche sur l'observation et la prévision des vagues, de la glace marine, des icebergs et des courants dans les eaux du large de l'Atlantique où se déroulent des activités pétrolières et gazières. L'étude des vagues, réalisée en collaboration avec divers organismes, est axée sur l'élaboration et la validation de meilleurs modèles de prévision pour divers endroits de l'Atlantique N.-O. (où on a observé en eau profonde des vagues de 30 m de hauteur ces dernières années) et sur l'utilisation des données des satellites pour l'observation à grande échelle des vents et des vagues.



Le pont avant du NGCC Hudson balayé par les vagues durant une tempête

Au cours des deux dernières décennies, l'IOB a élaboré et utilisé des instruments nouveaux de transmission par satellite pour observer et mesurer les propriétés (p. ex. l'épaisseur) et la distribution de la glace marine. Il a aussi élaboré de meilleurs modèles de prévisions des conditions de l'océan et de la glace qui ont été transférés au Service canadien des glaces d'Environnement Canada et à d'autres utilisateurs, aux fins de prévision des glaces sur le plateau continental de Terre-Neuve et sur celui du Labrador. Récemment, on a élaboré une technique de prédiction de l'abondance des icebergs, qui permet de fournir à l'industrie et à d'autres intéressés des prévisions sur un mois et sur deux mois du nombre d'icebergs qui dériveront au sud de 48° N vers les zones de production de pétrole du nord-est des Grands Bancs.

Une autre activité de recherche a été effectuée ces dernières années en partenariat avec plusieurs sociétés pétrolières et gazières. Il s'agit de programmes de mesure des courants dans les zones d'exploration en eau profonde des bassins frontaliers sur le talus continental. Des batteries de courantomètres déployées pendant de multiples années sur le talus du plateau néo-écossais, au large d'Halifax, et dans la passe Flamande et le bassin Orphan, au large de Terre-Neuve, fournissent des renseignements sur la variabilité des courants, de la température et du transport associée à des phénomènes comme les anneaux du Gulf Stream et le courant du Labrador. Ces facteurs sont particulièrement importants pour la charge des trains de tiges – donc pour les activités de conception et de forage – dans les eaux de plus de 1 000 m de profondeur.



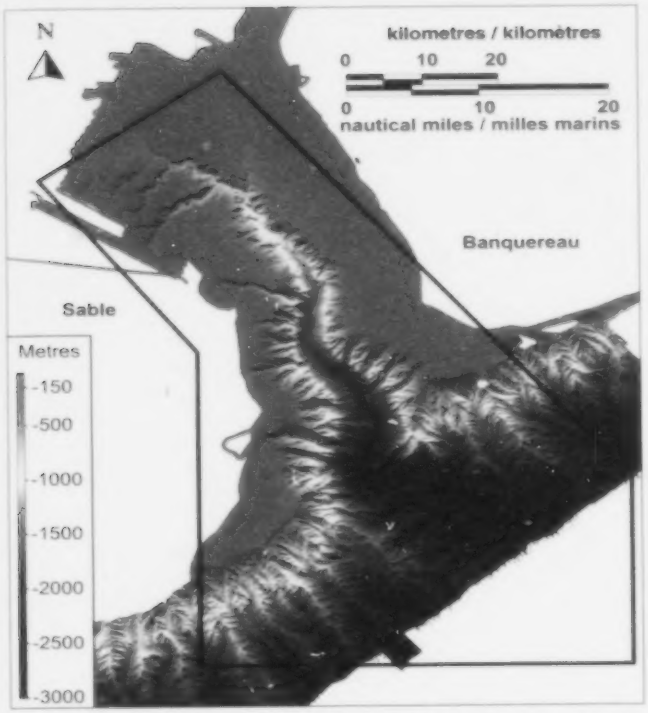
Floe en crête examiné par une équipe scientifique du MPO héliportée

Personnel scientifique assurant le service des instruments sur un floe du large

DISTRIBUTION DES RESSOURCES BIOLOGIQUES :
les composantes fragiles ou valorisées de l'écosystème sont-elles menacées?

La protection du milieu marin et de ses ressources biologiques est un souci majeur. Des organismes de réglementation comme l'Office national de l'énergie et les offices fédéraux-provinciaux des hydrocarbures extracôtiers délivrent des permis régissant les activités pétrolières et gazières en haute mer, en se fondant sur l'avis du MPO et d'autres ministères. Pour réduire et atténuer les incidences environnementales néfastes de ces activités, il est nécessaire de définir et de mieux comprendre l'écologie de régions aux habitats uniques ou fragiles, comme la zone de protection marine (ZPM) du Gully, située à l'est du banc de l'île de Sable, et l'importante frayère de hareng du banc de l'ouest de l'île de Sable.

Des études coordonnées par la CGC Atlantique de RNCan ainsi que par la Direction des sciences et celle des océans et de l'habitat du MPO, avec l'appui de la Garde côtière canadienne et de l'Informatique du MPO, permettent de créer des bases de données et des cartes des ressources biologiques et de leur environnement. Le Centre de données virtuelles du MPO fournit des cartes saisonnières de la distribution des poissons et des mammifères marins ainsi que des espèces en péril (p. ex. les coraux). Ses bases de données d'océanographie et de biochimie accessibles par le Web



Représentation en couleur de la bathymétrie d'après un relevé multifaisceaux à haute résolution; elle révèle la topographie abrupte et accidentée de la ZPM du Gully (délimitée par le polygone), une zone écologique unique où sont interdites les activités pétrolières et gazières.

contiennent une information archivée sur les courants, la température et les concentrations de plancton, de nutriments et de contaminants. Cette information sert de base à l'évaluation et à la surveillance des changements éventuels à l'état de l'écosystème qui seraient occasionnés par les activités industrielles. Les travaux coordonnés de l'IOB dans ces domaines permettent à l'industrie, aux organes de réglementation et aux groupes d'intérêt public de disposer des renseignements dont ils ont besoin pour évaluer les activités prévues d'exploration et de production. L'industrie soutient le MPO dans le mandat que lui confèrent la *Loi sur les océans* et la *Loi sur les espèces en péril*, ce qui réduit pour elle le risque de se voir refuser la permission de donner suite aux activités d'exploration dans lesquelles elle a considérablement investi.

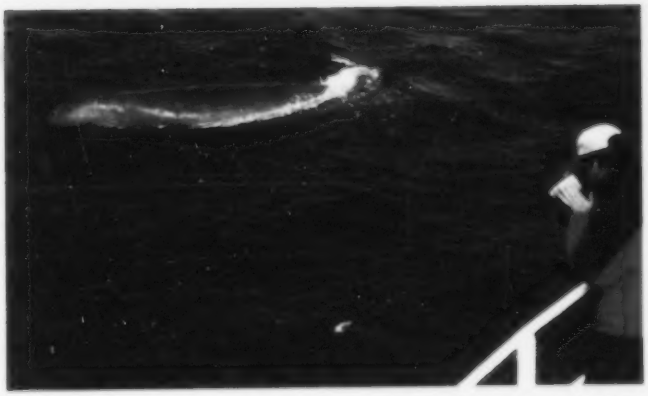
INCIDENCES ENVIRONNEMENTALES : *dans quelle mesure les relevés sismiques et les rejets opérationnels sont-il nuisibles?*

L'industrie du pétrole et du gaz extracôtiers effectue couramment des relevés sismiques pour cerner les structures géologiques souterraines et déterminer l'emplacement et l'ampleur des réserves d'hydrocarbures. Bien que de nombreux relevés aient été réalisés dans les eaux côtières canadiennes, les connaissances scientifiques sur des aspects essentiels de ces relevés sont limités et les effets environnementaux possibles du bruit produit par certains des canons à air utilisés dans ces relevés continuent de susciter des préoccupations. En 2004, une action coordonnée a été entreprise en vue de fournir des renseignements scientifiques pour l'établissement de lignes directrices sur l'évaluation des incidences des relevés sismiques prévus. Elle a notamment débouché sur une série de textes visant à donner aux décideurs des renseignements à jour sur la mesure et la prévision de la propagation du son, sur les effets biologiques des relevés et sur les mesures d'atténuation connexes. En outre, deux études scientifiques ont été réalisées sur le terrain en collaboration avec les partenaires de l'industrie et des universités durant les relevés eux-mêmes, pour valider les modèles de propagation du son et évaluer l'incidence des bruits sismiques sur les mammifères marin, dont la baleine à bec commune, qui est une espèce en péril de la ZPM du Gully, et sur le crabe des neiges, espèce d'importance commerciale au large de la côte ouest du Cap-Breton. Ces études portaient sur les préoccupations de nature régionale et sur celles à caractère nationale; elles étaient gérées par le Centre de recherche environnementale sur le pétrole et le gaz extracôtiers (CREPGE), récemment créé par le MPO. Ce centre, dont le secrétariat est installé à l'IOB, est le principal organe de coordination national et interorganismes des programmes de recherche environnementale du MPO en matière de pétrole et de gaz extracôtiers.

Une des principales inquiétudes associées aux activités pétrolières et gazières en haute mer réside dans le risque d'effets néfastes émanant des rejets de fluides, de boues et de débris de forage, en particulier sur les organismes vivant sur le fond marin ou près de celui-ci. Au cours de la dernière décennie, on a effectué des études au laboratoire de l'IOB pour déterminer quelle concentration de divers déchets de forage peut avoir des effets biologiques néfastes sur les espèces halieutiques commerciales et à des études sur le terrain pour évaluer les effets des rejets sur des pétoncles et des moules déployés près des plates-formes de forage. Ces travaux ont nécessité l'élaboration de nouveaux instruments et techniques de laboratoire et de terrain, aptes à déceler les réactions biologiques aiguës (p. ex. la létalité à court terme) aussi bien que chroniques (p. ex. la diminution des taux de croissance et du succès de reproduction).

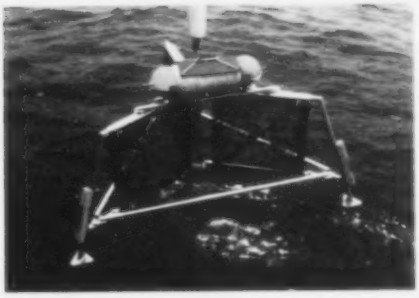
Des activités de production de gaz et de pétrole extracôtiers sont en cours en divers endroits des eaux côtières canadiennes. On s'inquiète de plus en plus des effets possibles des rejets opérationnels des eaux de production, qui représentent le plus grand volume de déchets. Ces rejets se

Déploiement d'un sismomètre de fond destiné à enregistrer les niveaux sonores des canons à air et les vocalisations des mammifères marins



Baleine à bec commune le long du bord d'un navire scientifique dans la zone du Gully

Deploiement d'un tripode destine à être ancré au fond de l'eau pour mesurer les concentrations de sediments et d'autres variables de la couche limite benthique près de l'installation d'Hibernia



Deploiement d'un tripode de fond muni de cages de pétoncles et de moules à proximité d'une plate-forme de forage

Analyse en laboratoire des contaminants et des processus chimiques associés aux eaux de production déversées

composent surtout des eaux provenant de l'extraction dans les réserves d'hydrocarbures et de certains déchets de produits chimiques industriels (p. ex. les inhibiteurs de corrosion et les briseurs d'émulsion). Un certain nombre de ces déchets suscitent des inquiétudes environnementales, notamment les hydrocarbures, les métaux lourds, les nutriments inorganiques et les produits chimiques industriels. Des études régionales ont été entreprises par les Sciences du MPO dans le but de savoir comment la composition des eaux de production varie d'une formation géologique à une autre, quels sont les contaminants inquiétants et quels sont les processus physiques et chimiques qui déterminent l'étendue de leur distribution et leur disponibilité biologique après leur rejet. Les résultats de ces études (comme ceux des études sur les incidences des boues de forage) servent aux organes de réglementation à établir de meilleures lignes directrices sur le traitement des déchets des activités pétrolières et gazières.

Des facteurs environnementaux physiques, comme les courants et le mélange océaniques, jouent un rôle important dans l'incidence des rejets des activités extracôtières, en raison de leur influence tant sur le devenir (dérive, dilution, voies biogéochimiques) des rejets que sur la distribution des organismes marins. L'élaboration de modèles de prévision des incidences environnementales a représenté un progrès important dans ce domaine. On a élaboré des modèles applicables aux rejets de boues de forage et d'eaux de production, qui sont fondés sur les observations et prévisions de courants océaniques et sur les mesures en laboratoire des effets qu'ont certaines composantes du flux de rejets sur des organismes donnés (p. ex. les pétoncles) et sur la dynamique de l'écosystème (p. ex. l'interaction entre le zooplancton, le phytoplancton et le bactérioplancton). Les modèles en question nous fournissent des estimations quantitatives des effets possibles dans certains lieux de forage. Ces travaux et d'autres programmes de recherche menés à l'IOB ont servi à définir de nouvelles stratégies et techniques d'évaluation des incidences et de nouveaux programmes de surveillance des effets environnementaux, qui sont acceptés et utilisés tant par les organes de réglementation que par l'industrie du pétrole et du gaz extracôtiers à l'échelle nationale et mondiale.

LES DÉVERSEMENTS ACCIDENTELS : en réduire les risques et les incidences

Malgré des améliorations des normes de sécurité et des techniques de génie, il est probable que des déversements accidentels se produiront lors d'activités gazières et pétrolières futures en haute mer. Les travaux de recherche réalisés à l'IOB comprennent l'élaboration de normes et de méthodes destinées à réduire les risques environnementaux et humains associés aux déversements accidentels. Ils portent notamment sur l'élaboration de protocoles d'évaluation de la toxicité des composantes des fluides et des boues de forage, qui seront utilisés dans les activités extracôtières. Depuis le déversement de l'Arrow dans la baie Chedabucto (Nouvelle-Écosse) en

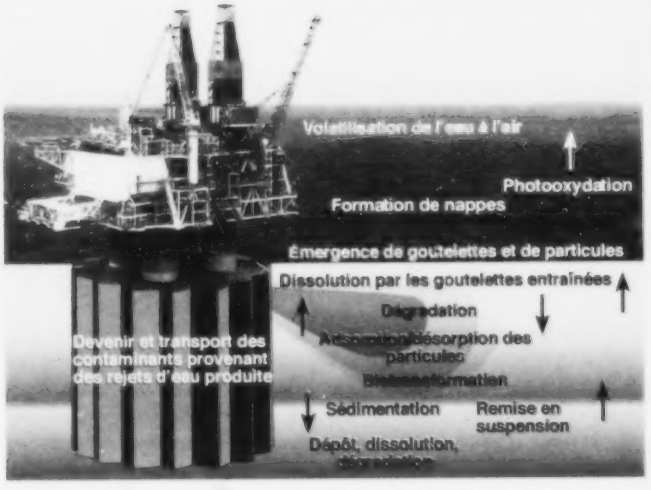
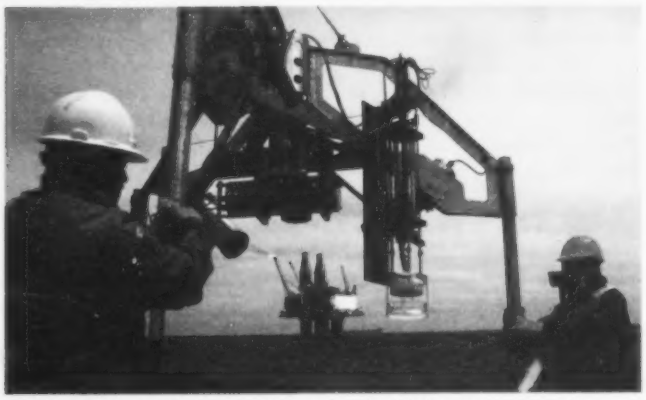
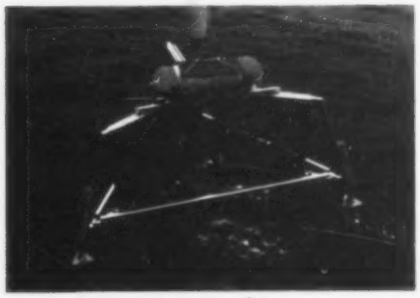


Schéma du devenir des rejets d'eau produite de la plate-forme pétrolière Hibernia et des processus connexes

Bassins à écoulement continu utilisés dans des expériences de laboratoire visant à étudier les effets des boues de forage sur le pétoncle géant



Déploiement d'un tripode destiné à être ancré au fond de l'eau pour mesurer les concentrations de sédiments et d'autres variables de la couche limite benthique près de l'installation d'Hibernia



Déploiement d'un tripode de fond muni de cages de pétoncles et de moules à proximité d'une plate-forme de forage

composent surtout des eaux provenant de l'extraction dans les réserves d'hydrocarbures et de certains déchets de produits chimiques industriels (p. ex. les inhibiteurs de corrosion et les briseurs d'émulsion). Un certain nombre de ces déchets suscitent des inquiétudes environnementales, notamment les hydrocarbures, les métaux lourds, les nutriments inorganiques, et les produits chimiques industriels. Des études régionales ont été entreprises par les Sciences du MPO dans le but de savoir comment la composition des eaux de production varie d'une formation géologique à une autre, quels sont les contaminants inquiétants et quels sont les processus physiques et chimiques qui déterminent l'étendue de leur distribution et leur disponibilité biologique après leur rejet. Les résultats de ces études (comme ceux des études sur les incidences des boues de forage) servent aux organes de réglementation à établir de meilleures lignes directrices sur le traitement des déchets des activités pétrolières et gazières.

Des facteurs environnementaux physiques, comme les courants et le mélange océaniques, jouent un rôle important dans l'incidence des rejets des activités extracôtières, en raison de leur influence tant sur le devenir (dérive, dilution, voies bio-géochimiques) des rejets que sur la distribution des organismes marins. L'élaboration de modèles de prévision des incidences environnementales a représenté un progrès important dans ce domaine. On a élaboré des modèles applicables aux rejets de boues de forage et d'eaux de production, qui sont fondés sur les

Bassins à écoulement continu utilisés dans des expériences de laboratoire visant à étudier les effets des boues de forage sur le pétoncle géant

Analyse en laboratoire des contaminants et des processus chimiques associés aux eaux de production déversées

observations et prévisions de courants océaniques et sur les mesures en laboratoire des effets qu'ont certaines composantes du flux de rejets sur des organismes donnés (p. ex. les pétoncles) et sur la dynamique de l'écosystème (p. ex. l'interaction entre le zooplancton, le phytoplancton et le bactérioplancton). Les modèles en question nous fournissent des estimations quantitatives des effets possibles dans certains lieux de forage. Ces travaux et d'autres programmes de recherche menés à l'IOB ont servi à définir de nouvelles stratégies et techniques d'évaluation des incidences et de nouveaux programmes de surveillance des effets environnementaux, qui sont acceptés et utilisés tant par les organes de réglementation que par l'industrie du pétrole et du gaz extracôtiers à l'échelle nationale et mondiale.

LES DÉVERSEMENTS ACCIDENTELS : *en réduire les risques et les incidences*

Malgré des améliorations des normes de sécurité et des techniques de génie, il est probable que des déversements accidentels se produiront lors d'activités gazières et pétrolières futures en haute mer. Les travaux de recherche réalisés à l'IOB comprennent l'élaboration de normes et de méthodes destinées à réduire les risques environnementaux et humains associés aux déversements accidentels. Ils portent notamment sur l'élaboration de protocoles d'évaluation de la toxicité des composantes des fluides et des boues de forage, qui seront utilisés dans les activités extracôtières. Depuis le déversement de l'*Arrow* dans la baie Chedabucto (Nouvelle-Écosse) en

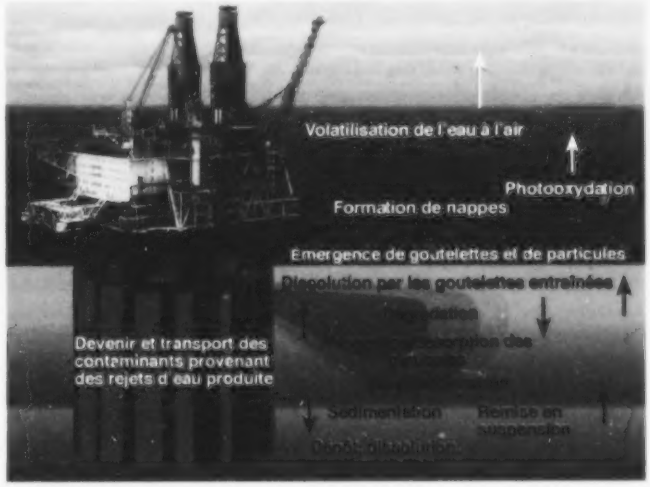


Schéma du devenir des rejets d'eau produite de la plate-forme pétrolière Hibernia et des processus connexes

1970, les Sciences du MPO ont continué d'étudier les mesures de lutte contre les déversements d'hydrocarbures et les méthodes de surveillance du rétablissement de l'habitat. Une cuve à houle a récemment été construite par des ingénieurs de l'IOB en vue de réaliser des études avec la Environmental Protection Agency des États-Unis sur l'efficacité des agents de dispersion chimique du pétrole et des effets éventuels du pétrole dispersé dans la colonne d'eau. Les résultats de ces études serviront à établir des lignes directrices sur le choix et l'utilisation de produits par les équipes chargées d'intervenir en cas de déversement d'hydrocarbures.

Des études sont aussi en cours pour déceler les principales composantes du pétrole résiduel responsables d'effets néfastes. Leurs résultats seront utilisés dans les modèles prévisionnels servant à l'évaluation des risques environnementaux et ils permettront également de guider les interventions en cas de déversement.

GESTION INTÉGRÉE DE L'OCÉAN : comment gérer les utilisations multiples de l'océan

Les ressources océaniques du Canada revêtent une grande importance socioéconomique pour de nombreuses industries et collectivités, et comprennent de multiples trésors qu'il convient de préserver pour les générations futures. La Direction de la gestion des océans et de l'habitat de l'IOB pilote le dossier de la gestion et de la planification intégrées de l'océan dans les zones côtières et extracôtières de la Région des Maritimes, en application de la *Loi sur les océans* et de la *Loi sur les pêches* du Canada. Ce dossier englobe l'initiative de Gestion intégrée de l'est du plateau néo-écossais (GIEPNE), qui est l'initiative de gestion intégrée de l'océan la plus avancée au Canada. La GIEPNE repose sur des renseignements scientifiques et vise à établir une approche consensuelle au processus décisionnel, équilibrant les considérations relatives à l'écosystème et les utilisations anthropiques du milieu marin. Elle offre un forum pour examiner

La cuve à houle servant à l'étude des agents chimiques de dispersion du pétrole à l'IOB

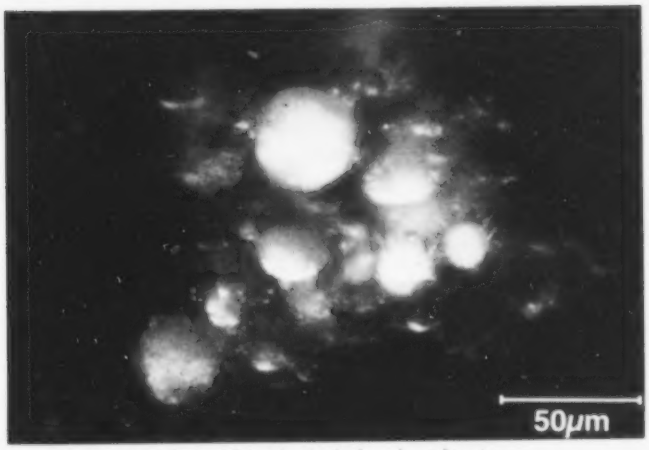
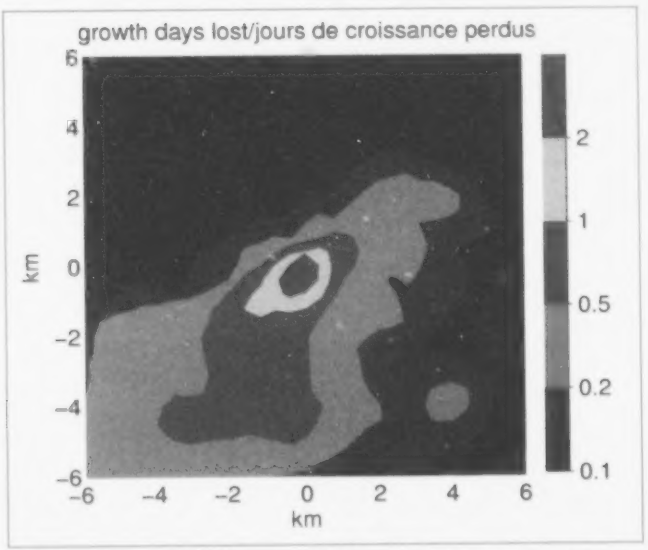


Image microscopique de gouttelettes de pétrole dans des sédiments



Prédiction, selon un modèle, du nombre total de jours de croissance qu'auraient perdus les pétoncles des alentours du site North Triumph (0,0 km), sur le banc de l'île de Sable, à cause des rejets de forage en 1999

les conflits entre utilisations multiples, établir des stratégies concertées et établir un dialogue entre les scientifiques, les organes de réglementation et la grande communauté d'utilisateurs de l'océan (p. ex. les industries du pétrole et du gaz, de la pêche et du transport ainsi que les organismes qui œuvrent à la conservation). La région visée par la GIEPNE comprend la ZPM du Gully ainsi que les zones d'exploration et de production de pétrole et de gaz du banc de l'île de Sable, situé à proximité.

La Direction des océans et de l'habitat joue aussi un rôle de conseiller et de leader dans l'élaboration de politiques et de procédures d'évaluation des incidences environnementales et dans l'examen des évaluations environnementales des activités maritimes proposées, en application de la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale*. Les résultats des examens d'évaluation, fondés sur l'avis d'experts de la Direction des sciences du MPO, sont remis aux offices des hydrocarbures extracôtiers et à d'autres organes de réglementation. Ils portent sur toutes les phases de la mise en valeur du pétrole et du gaz, depuis l'exploration sismique initiale jusqu'au déclassement d'installations de production.

En résumé, les travaux coordonnés de nombreux employés de l'IOB, associés à ceux d'autres organismes, aboutissent à une information et à des avis essentiels sur tout un éventail de sujets concernant la sécurité et le respect de l'environnement dans la mise en valeur des ressources pétrolières du large du Canada atlantique. La plupart de ces travaux ont des répercussions nationales ou internationales, les collectivités du Canada et du reste du monde recherchant de nouvelles sources économiques d'énergie, compatibles avec la préservation des écosystèmes marins de notre planète et avec les autres activités maritimes d'importance socio-économique. Grâce à son savoir-faire vaste et divers, l'IOB joue un rôle de leader national et régional dans la réalisation d'un équilibre entre la mise en valeur des ressources et la gérance de l'environnement.

Remerciements : Un bon nombre des travaux de recherche menés à l'IOB dans le domaine de la mise en valeur du pétrole et du gaz s'inscrivent dans le Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE), qui est un programme fédéral interministériel, ou dans des partenariats avec d'autres organismes, l'industrie et les universités. Les photographies et illustrations du présent article ont été fournies par Gary Grant, David Mosher et John Shaw, de RNCan, par Peter Cranford, Adam Drozdowski, Charles Hannah, Stan Johnston, Tim Milligan et Simon Prinsenberg, du MPO, ainsi que par Kee Muschenheim, de l'Université Acadia.

Activités scientifiques

La modélisation quadridimensionnelle du bassin Carson, sur les Grands Bancs : pourquoi et que nous a-t-elle appris?

Hans Wielens

En géologie, un bassin est un lieu continu qui contient des sédiments ayant une histoire commune. Répond à cette définition le bassin Carson, situé dans les environs sud-est immédiats du bassin Jeanne d'Arc, zone de production d'hydrocarbures où se trouvent les champs Hibernia et Terra Nova (figure 1). Après la découverte du champ Hibernia, les autres bassins des Grands Bancs sont restés peu explorés. Le bassin Carson, d'une superficie de 200 x 100 km, a commencé à se former lors de la distension tectonique entre l'Amérique du Nord et l'Afrique, il y a 200 millions d'années (Ma), à la fin de l'âge triasique. La distension tectonique a formé une vallée, dans laquelle se sont déposés des sables ressemblant à ceux d'un désert. Puis, un océan appelé mer de Thétys a inondé la région. Le climat chaud et sec a provoqué l'évaporation répétée de l'eau de mer, laissant une couche de sel d'environ 2 km d'épaisseur. Cette couche a été recouverte de plusieurs kilomètres de shales, de grès et de calcaires. Le réchauffement de la croûte terrestre à l'apparition de la phase de distension tectonique suivante, qui a provoqué la séparation des Grands Bancs de l'Ibérie, il y a 65 Ma, a entraîné un exhaussement de la région. Certaines parties du bassin ont émergé et se sont érodées, tandis que celles qui se trouvaient le plus à l'ouest ont perdu la quasi-totalité des sédiments déposés au-dessus du sel. Après ce bouleversement, la zone s'est de nouveau affaissée et d'autres sédiments se sont déposés de manière continue.

Figure 1: Carte géologique illustrant l'emplacement des bassins Carson et Jeanne d'Arc par rapport à Terre-Neuve

Un bassin peut contenir trois types de roche importants pour les champs de pétrole et de gaz : les roches couvertures, les roches mères et les roches réservoirs. Les roches couvertures comme les shales sont imperméables au pétrole et au gaz. La plupart des roches contiennent de petits pores reliés entre eux, qui sont remplis d'eau. Les roches qui ont plus de 10 % de pores sont appelées roches réservoirs. Le pétrole et le gaz proviennent d'une roche mère contenant plus de 1,5 % de matière organique non oxydée et « compactée », comme les parois cellulaires des algues, du phytoplancton et des bactéries, et les restes végétaux.

Quand le plancton meurt faute d'oxygène, il est préservé sous forme de roche mère. C'est un phénomène qui se produit uniquement dans les parties les plus profondes des bassins géologiques, en particulier ceux qui sont issus de la distension tectonique. Quand une roche mère est enfouie sous des sédiments plus jeunes, elle se réchauffe. Cet enfouissement occasionne aussi la conversion de la matière organique en molécules très grandes et complexes. Le réchauffement accélère la vibration de ces molécules, jusqu'à ce que les liaisons moléculaires commencent à se rompre, à une température d'environ 90 °C. Les molécules se désagrègent en plus petites composantes, qui sont du pétrole et du gaz. La roche mère arrive alors au stade de maturité. Comme le pétrole et le gaz sont plus légers que l'eau, ils remontent dans l'eau des pores jusqu'à ce qu'ils se retrouvent piégés par une roche couverture imperméable, comme du shale ou du sel. Habituellement, ces pièges revêtent la forme de dômes, que les compagnies de prospection pétrolière cherchent à détecter par des moyens sismiques.

Si les dômes sont des points de forage attrayants, ils ne contiennent pas tous du pétrole et du gaz. Les divers mouvements de la croûte terrestre, en particulier du sel dans cette région, peuvent créer des dômes. Quand il est chaud, le sel est un matériau assez plastique et plus léger que la plupart des autres sédiments. Il a donc tendance à se soulever en chassant les sédiments qui le recouvrent vers le haut et le côté.

Les données sismiques servent à guider la prospection du pétrole et du gaz. Un profil sismique est en quelque sorte une image ultrasonique des couches de roches souterraines. Avec des profils entrecroisés, on peut établir la carte d'une couche rocheuse et la reconstituer en trois dimensions. En établissant les cartes de plusieurs couches, on arrive à reconstituer les couches d'âges différents et leur emplacement les unes au-dessus des autres. On obtient ainsi une image en trois dimensions sur laquelle apparaissent les dômes.

Activités scientifiques

La modélisation quadridimensionnelle du bassin Carson, sur les Grands Bancs : pourquoi et que nous a-t-elle appris?

Hans Wielens

En géologie, un bassin est un lieu confiné qui contient des sédiments ayant une histoire commune. Répond à cette définition le bassin Carson, situé dans les environs sud-est immédiats du bassin Jeanne d'Arc, zone de production d'hydrocarbures où se trouvent les champs Hibernia et Terra Nova (figure 1). Après la découverte du champ Hibernia, les autres bassins des Grands Bancs sont restés peu explorés. Le bassin Carson, d'une superficie de 200 x 100 km, a commencé à se former lors de la distension tectonique entre l'Amérique du Nord et l'Afrique, il y a 200 millions d'années (Ma), à la fin de l'âge triasique. La distension tectonique a formé une vallée, dans laquelle se sont déposés des sables ressemblant à ceux d'un désert. Puis, un océan appelé mer de Thétis a inondé la région. Le climat chaud et sec a provoqué l'évaporation répétée de l'eau de mer, laissant une couche de sel d'environ 2 km d'épaisseur. Cette couche a été recouverte de plusieurs kilomètres de shales, de grès et de calcaires. Le réchauffement de la croûte terrestre à l'apparition de la phase de distension tectonique suivante, qui a provoqué la séparation des Grands Bancs de l'Ibérie, il y a 65 Ma, a entraîné un exhaussement de la région. Certaines parties du bassin ont émergé et se sont érodées, tandis que celles qui se trouvaient le plus à l'ouest ont perdu la quasi-totalité des sédiments déposés au-dessus du sel. Après ce bouleversement, la zone s'est de nouveau affaissée et d'autres sédiments se sont déposés de manière continue.

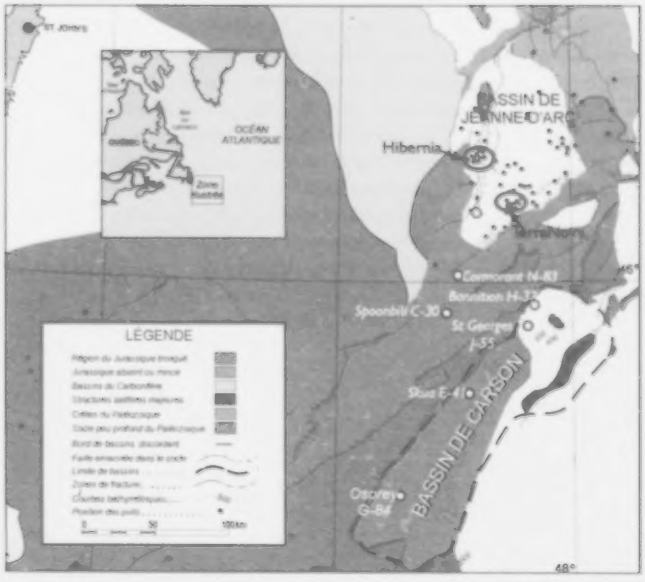


Figure 1: Carte géologique illustrant l'emplacement des bassins Carson et Jeanne d'Arc par rapport à Terre-Neuve

Un bassin peut contenir trois types de roche importants pour les champs de pétrole et de gaz : les roches couvertures, les roches mères et les roches réservoirs. Les roches couvertures comme les shales sont imperméables au pétrole et au gaz. La plupart des roches contiennent de petits pores reliés entre eux, qui sont remplis d'eau. Les roches qui ont plus de 10 % de pores sont appelées roches réservoirs. Le pétrole et le gaz proviennent d'une roche mère contenant plus de 1,5 % de manière organique non oxydée et « compactée », comme les parois cellulaires des algues, du phytoplancton et des bactéries, et les restes végétaux.

Quand le plancton meurt faute d'oxygène, il est préservé sous forme de roche mère. C'est un phénomène qui se produit uniquement dans les parties les plus profondes des bassins géologiques, en particulier ceux qui sont issus de la distension tectonique. Quand une roche mère est enfouie sous des sédiments plus jeunes, elle se réchauffe. Cet enfouissement occasionne aussi la conversion de la matière organique en molécules très grandes et complexes. Le réchauffement accélère la vibration de ces molécules, jusqu'à ce que les liaisons moléculaires commencent à se rompre, à une température d'environ 90 °C. Les molécules se désagrègent en plus petites composantes, qui sont du pétrole et du gaz. La roche mère arrive alors au stade de maturité. Comme le pétrole et le gaz sont plus légers que l'eau, ils remontent dans l'eau des pores jusqu'à ce qu'ils se retrouvent piégés par une roche couverture imperméable, comme du shale ou du sel. Habituellement, ces pièges revêtent la forme de dômes, que les compagnies de prospection pétrolière cherchent à détecter par des moyens sismiques.

Si les dômes sont des points de forage attrayants, ils ne contiennent pas tous du pétrole et du gaz. Les divers mouvements de la croûte terrestre, en particulier du sel dans cette région, peuvent créer des dômes. Quand il est chaud, le sel est un matériau assez plastique et plus léger que la plupart des autres sédiments. Il a donc tendance à se soulever en chassant les sédiments qui le recouvrent vers le haut et le côté.

Les données sismiques servent à guider la prospection du pétrole et du gaz. Un profil sismique est en quelque sorte une image ultrasonique des couches de roches souterraines. Avec des profils entrecroisés, on peut établir la carte d'une couche rocheuse et la reconstituer en trois dimensions. En établissant les cartes de plusieurs couches, on arrive à reconstituer les couches d'âges différents et leur composition les unes au-dessus des autres. On obtient ainsi une image en trois dimensions sur laquelle apparaissent les dômes.

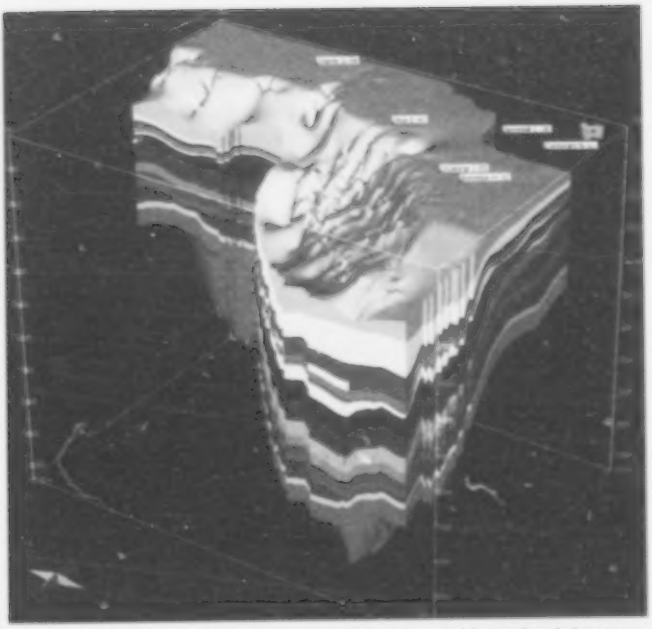


Figure 2: Vue sud-ouest, en trois dimensions, des couches modélisées dans le bassin Carson : rouge = socle; vert = sel; bleu = calcaire; rose = dolomite; gris = shale; orange = siltstone; jaune = grès. L'emplacement des puits est indiqué en bleu à gauche et en dessous des noms. La flèche orange pointe vers le nord.

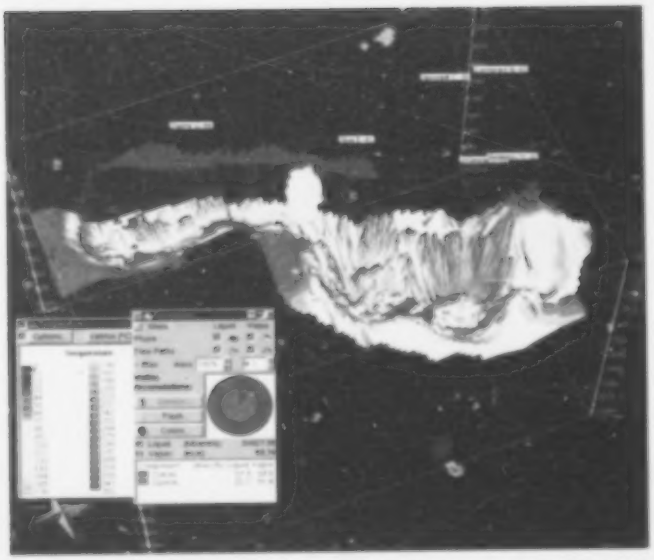


Figure 3 : Vue jusqu'au sud-ouest de la couche de roche mère, avec une représentation des températures il y a 62 Ma. Seules les zones dont la couleur va du jaune au rose étaient suffisamment chaudes pour produire du pétrole et du gaz. Le pétrole est vert vif et le gaz rouge, et tous deux flottent au-dessus de la couche rocheuse; les couleurs en aplat représentent des roches réservoirs pleines et les lignes les parcours de migration. L'échelle des températures et la composition du pétrole et du gaz sont illustrées dans les encarts. À noter que les puits n'ont pas atteint la roche réservoir.

D'après les résultats des relevés sismiques, quatre puits ont été forés sur le flanc haut de l'ouest du bassin Carson, mais on n'y a trouvé ni pétrole, ni gaz. Il n'y avait aucune roche mère dans ces quatre puits, quoiqu'un shale de roche mère du Jurassique (vieux de 152 Ma) soit présent dans le bassin Jeanne d'Arc, dans la mer du Nord (adjacente aux Grands Bancs à l'époque) et dans de nombreux autres endroits du monde (les conditions planétaires étaient apparemment propices aux efflorescences planctoniques à la fin du Jurassique).

Nos travaux sur plusieurs types de fossiles microscopiques et sur leur âge nous ont appris l'existence de roches de siltstone d'environ 152 Ma dans deux des puits du bassin Carson, mais ces roches se sont formées dans un milieu côtier riche en oxygène. (Il n'y a donc pas là de roche mère). Toutefois, comme des roches mères sont présentes dans le bassin Jeanne d'Arc, qui est proche, et dans plusieurs autres bassins qui se sont formés durant ce processus de distension tectonique planétaire, il est probable que de la roche mère soit aussi présente dans les profondeurs du bassin Carson, à l'est des puits.

La géologie des bassins représente un système quadridimensionnel complexe, dont nous pouvons au mieux percevoir seulement quelques petites parties en trois dimensions. Il appartient au géologue d'ajouter la quatrième dimension, celle du temps, et de rétablir par synthèse l'histoire du bassin depuis son origine. De nombreux processus géologiques, comme le compactage des sédiments ou la formation du pétrole et du gaz, peuvent être décrits au moyen de formules qui sont étonnamment simples. Ainsi, il est possible de diviser un bassin en cellules plus ou moins homogènes d'environ 2 x 2 x 2 km et de calculer les processus géologiques applicables à chaque cellule, ainsi que leurs effets sur les cellules avoisinantes. Si ce calcul peut se faire facilement sur papier pour une seule cellule, il est plus rapide de recourir à un ordinateur pour l'effectuer sur les quelque 500 000 cellules et plus que compte un bassin.

C'est là le principe de base de la modélisation des bassins. Plus les données d'entrée sont précises, plus les résultats le seront également. Il y a donc lieu d'examiner attentivement chaque élément d'information et ses effets sur les autres facteurs. C'est la nécessité de faire la synthèse de toutes les connaissances géologiques concernant un bassin qui a poussé la Commission géologique du Canada (CGC) à recourir à la modélisation quadridimensionnelle (4-D). La CGC – Atlantique a fait l'acquisition du logiciel de renommée mondiale Petromod auprès d'IES Germany. Ce logiciel calcule aussi de nombreux autres paramètres en fonction du temps, par exemple la composition du pétrole et du gaz, leur quantité, leurs propriétés de surface et de subsurface, le pourcentage de pores de la roche réservoir, l'importance quantitative de leur raccordement les uns aux autres, les pressions et les températures.

Le bassin Carson a été le premier bassin à être modélisé en 4D. Les données sismiques ont été converties en modèle informatique, tel qu'il-lustré à la figure 2. Comme l'histoire géologique y est intégrée, le modèle géologique illustre la formation des bassins au fil du temps. Quand on demande au programme de montrer le pétrole en vert et le gaz en rouge, il

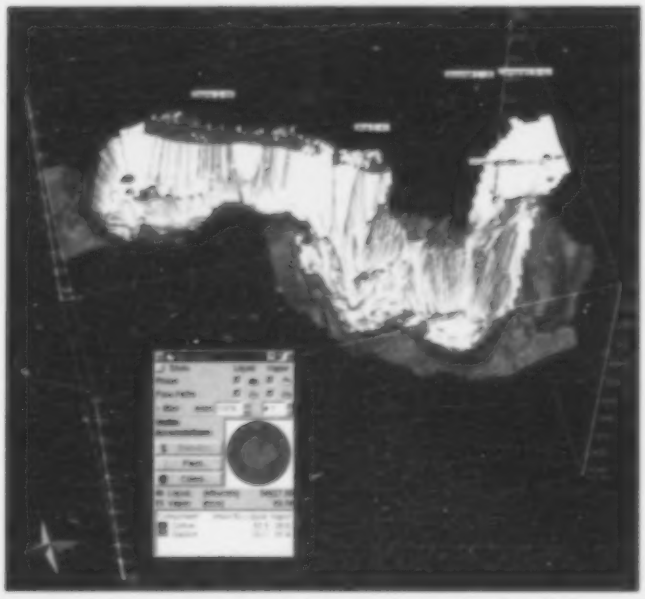


Figure 4: La couche de roche mère est de couleur brique et la couche de roche réservoir (sable) est jaune. Comme dans la figure 3, le pétrole et le gaz sont emprisonnés surtout dans la partie ouest du sable, là où l'épaisseur de celui-ci s'amenuise au point de disparaître, et dans quelques dômes ailleurs. (Images produites au moyen du logiciel Petromod)

présente le pétrole et le gaz emprisonnés, ainsi que leurs parcours de migration depuis la roche mère (sous forme de ligne de la même couleur), comme dans la figure 3. Dans cette dernière, la couche de la roche mère est représentée avec au-dessus les températures il y a 62 Ma. Le grès, qui est la roche réservoir courante dans cette région, est représenté en jaune à la figure 4. Il apparaît clairement que le pétrole est remonté jusque dans celle-ci et qu'il y est emprisonné là où les couches de grès s'amenuisent au point de disparaître, entre les shales imperméables.

Qu'avons-nous appris de ce modèle? En nous fiant sur l'analyse intégrée qui a été nécessaire à la modélisation, nous pensons qu'il existe une roche mère. Avec la présence d'une roche mère et compte tenu des antécédents de température dans ce bassin, il y a probablement un système pétrolier viable (combinaison de roche réservoir, de roche mère, de roche couverture et de piège, et période propice d'emprisonnement et de formation du pétrole) là où il ne semblait pas en exister auparavant. En se fondant sur des paramètres prudents au sujet de la roche mère du bassin Jeanne d'Arc, le modèle révèle l'existence possible de champs de pétrole d'une étendue comparable à celle d'Hibernia, capable de produire des milliards de barils de pétrole. De plus, à notre surprise, nous avons appris que le plus grand flux de chaleur associé à la distension tectonique a entraîné une maturation de la roche mère il y a environ 125 Ma et que cette maturation s'est arrêtée voilà environ 65 Ma. Cela signifie qu'il n'y a plus maintenant de production de pétrole et de gaz et qu'il est moins vraisemblable que les pièges en dôme de moins de 65 Ma en contiennent. De nombreuses structures sont plus jeunes, formées jusqu'à des périodes assez récentes par les sels mouvants.

Quel est l'avantage de la modélisation pour le Canada? Nous croyons maintenant qu'au lieu d'être « sec », ce bassin contient plutôt des quantités rentables de pétrole et de gaz. Nous avons donc réduit le risque pour les entreprises de prospection et montré que des points de forage intéressants existent là. Des forages plus approfondis créeront des emplois et toute découverte éventuelle de pétrole et de gaz sera source de recettes et de redevances pour les Canadiens et leurs gouvernements.

Phénomène de mélange et dynamique du phytoplancton au cœur du plateau néo-écossais

Blair Greenan, Brian Petrie, Glen Harrison et Neil Oakey

Le phytoplancton est la source énergétique fondamentale de la vie dans l'océan. Ses cellules utilisent l'énergie solaire pour convertir par photosynthèse le dioxyde de carbone, l'eau et les sels dissous en composés organiques. Le taux de formation de carbone par le phytoplancton est appelé productivité primaire. La température de l'eau, les variations dans le champ lumineux et les adaptations du phytoplancton à ces variations, la disponibilité des matières nutritives et la composition spécifique du phytoplancton sont autant d'éléments qui influent sur la productivité primaire.

On appelle efflorescence printanière une forte poussée de production primaire qui dure pendant plusieurs semaines à la fin de l'hiver et au début du printemps. Cette efflorescence printanière se caractérise par une teneur élevée en chlorophylle, un des principaux éléments nécessaires à la photosynthèse. Sur le plateau néo-écossais, (figure 1), la couche supérieure de l'océan où pénètre la lumière (zone euphotique) comporte en général suffisamment de lumière pour la photosynthèse, mais elle est habituellement pauvre en nutriants la majeure partie de l'année, car ils ont été consommés par le phytoplancton durant l'efflorescence printanière. Les eaux plus profondes sont un réservoir de nutriants, qui constitue la principale source d'approvisionnement de la zone euphotique. Le mélange vertical au sein de l'océan peut jouer un rôle fondamental dans la production primaire, en amenant les nutriants des eaux profondes aux eaux plus proches de la surface. Le mélange est provoqué par des forces extérieures, comme les vents de surface, ou par des phénomènes océaniques, comme les marées et les ondes internes. L'hiver, quand l'intensité lumineuse est trop faible pour permettre une productivité primaire importante, les tempêtes fortes et fréquentes qui se produisent sur le plateau néo-écossais accroissent le mélange vertical et créent des concentrations relativement fortes de nutriants à des profondeurs relativement faibles. La stratification qui se produit ensuite au printemps, alors que s'amorce le réchauffement de la surface, et la hausse de l'intensité lumineuse aboutissent aux efflorescences printanières. Il s'agit en bonne part d'une « production nouvelle », qui utilise des éléments nutritifs inorganiques emmagasinés dans les eaux proches de la surface ou amenés des eaux profondes. Après l'efflorescence, la production totale est nourrie essentiellement par les nutriants recyclés de la couche peu profonde et par ceux qui proviennent de la décomposition végétale ou des excrétions émanant du zooplancton qui a consommé le phytoplancton. Toutefois, il se peut aussi que des phénomènes de mélange à court terme liés à une plus grande force d'entraînement du vent à la surface de l'océan – dus aux systèmes météorologiques qui traversent la région l'été et l'automne – provoquent des hausses locales de la « nouvelle » productivité primaire. Jusqu'ici, notre capacité de surveillance de ces phénomènes à court terme a été limitée.

La plupart des méthodes utilisées pour calculer la productivité primaire nécessitent des observations de la teneur en chlorophylle. Or, on peut obtenir des estimations de la teneur en chlorophylle de la couche

océanique supérieure sur la côte est du Canada à la Section de l'océanographie biologique de la Division des sciences océaniques du MPO; elles prennent la forme d'images composites bimensuelles provenant de l'imagerie satellitaire du capteur Sea-viewing Wide Field-of-view (SeaWiFS), (http://www.mar.dfo-mpo.gc.ca/science/ocean/ias/remotesensing_fr.html), et portent sur la période allant de septembre 1997 à nos jours. Les images du capteur SeaWiFS pour le transect d'Halifax dénotent une importante variabilité entre les divers endroits du plateau et également d'une année à l'autre (figure 2). Par exemple, l'efflorescence a atteint son point culminant l'hiver (mi-février) en 1999, alors que l'année suivante c'est en mars-avril qu'elle était à son plus fort. L'efflorescence du printemps 2003 était beaucoup plus forte que celles des quatre années précédentes dans l'échantillon. Pour ce qui est de la variabilité selon les endroits du plateau néo-écossais, au cours de l'efflorescence printanière de 1999, des teneurs en chlorophylle >4 mg m^{-3} ont été enregistrées dans les régions côtières et sur le bord extérieur du plateau, tandis que le bassin Émeraude n'a connu qu'une faible efflorescence.

Des phénomènes de courte durée, soit d'un maximum de deux semaines, sont apparents chacune des cinq années considérées. Est-ce que ces courts phénomènes contribuent sensiblement à la production globale sur le plateau? Des facteurs comme la nébulosité et le faible angle du satellite rendent difficile l'utilisation de l'imagerie SeaWiFS pour étudier la variabilité de la chlorophylle sur le plateau néo-écossais à des échelles temporelles inférieures à deux semaines. La teneur annuelle médiane en chlorophylle dans la couche proche de la surface au centre du plateau néo-écossais, qui comprend le bassin Émeraude et la Station 2 du transect d'Halifax, est de 1,6 mg m^{-3}, la fourchette des valeurs se situant entre 0 et 8 mg m^{-3} et l'écart-type à 1,5 mg m^{-3}. Quoique cette variabilité soit due en bonne part aux efflorescences printanières et automnales, les différences par quinzaine dénotent une contribution importante des phénomènes de moins de deux semaines. Cela est reflété dans la différence moyenne par quinzaine sur toute la période, qui se situe à 0,4 mg m^{-3}, avec un maximum de 4,5 mg m^{-3} et un écart-type de 1,4 mg m^{-3}.

Pour déterminer si les phénomènes de moins de deux semaines sont importants pour la production primaire globale sur le plateau, on a entrepris en octobre 2000 un programme de mouillage d'instruments destinés

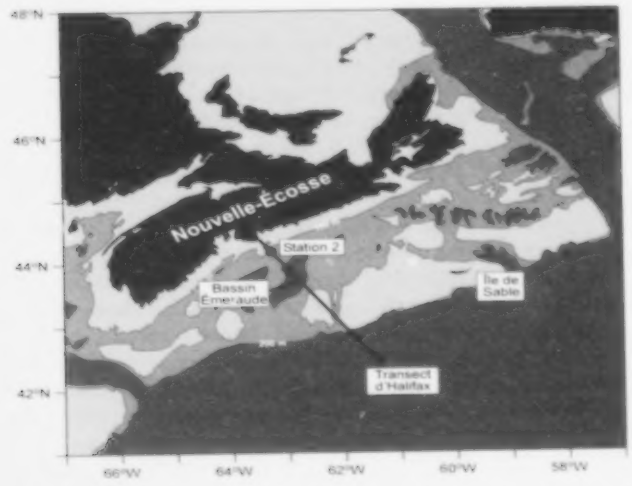


Figure 1: La bathymétrie du plateau néo-écossais est reflétée dans l'ombrage, le bleu foncé correspondant aux eaux profondes. Deux mouillages ont été mis en place à la station 2, sur le transect d'Halifax, en automne 2000, dans le but d'étudier la variabilité à haute fréquence.

à mesurer les variables physiques, chimiques et biologiques à courts intervalles. L'objectif était de nous permettre d'étudier les phénomènes qui se produisent à bref intervalles, pouvant ne pas dépasser un jour. Le 30 septembre 2000, deux mouillages ont été installés à la station 2 (fig. 1) sur le transect d'Halifax, où la profondeur de l'eau est de 150 m. Un de ces mouillages comprenait un profileur SeaHorse, muni d'un instrument de mesure de la conductivité, de la température et de la profondeur, et d'un fluoromètre (pour mesurer la teneur en chlorophylle). Le profileur SeaHorse est un instrument à flottabilité positive conçu à l'IOB (Hamilton et al., 1999), qui utilise l'énergie des ondes de surface et un mécanisme de retenue unidirectionnel lui permettant de descendre le long du câble de mouillage jusqu'à ce qu'il atteigne sa position d'amarrage, à environ 120 m. Le profileur demeure à cette hauteur pendant un intervalle prédéterminé, après quoi le dispositif de retenue situé sur le

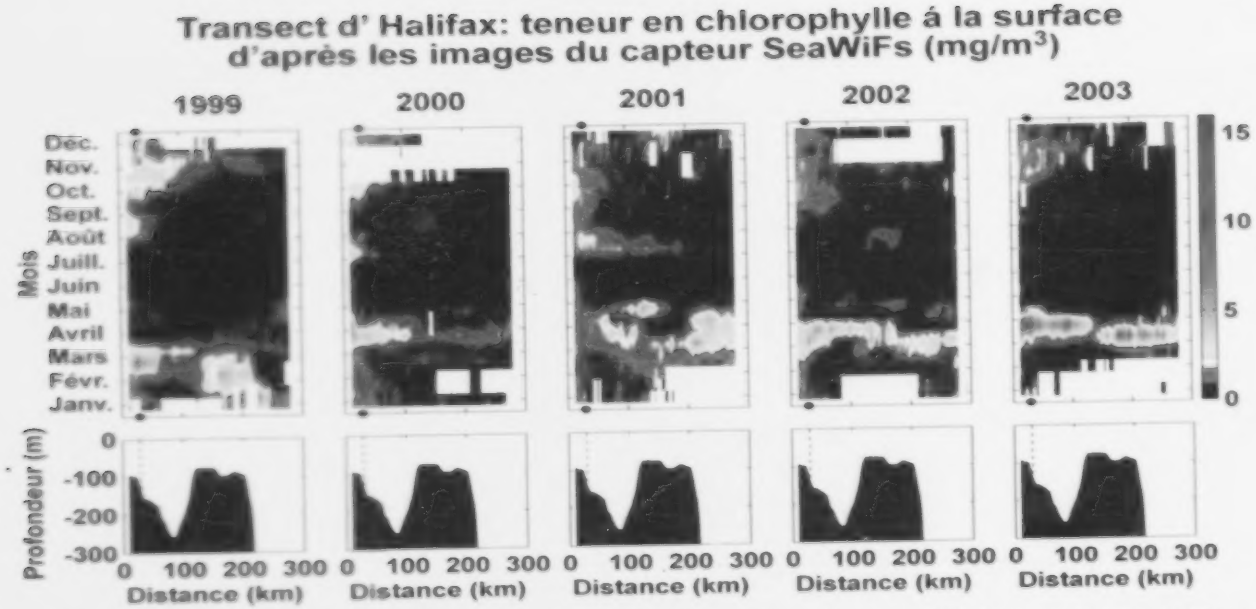


Figure 2 : Teneur en chlorophylle à la surface d'après les images en couleur de l'océan obtenues par satellite avec le capteur SeaWiFS : la teneur peut être déterminée d'après la barre chromatique de droite. Les axes x des graphiques représentent la distance de la côte au plateau (voir la figure 1). La profondeur jusqu'au fond est indiquée sous chaque représentation. Le point noir sur les axes horizontaux supérieur et inférieur de chacune des représentations dénote l'emplacement de la station 2 où des mouillages avaient été placés en automne 2000. Les axes verticaux des graphiques représentent le milieu de chaque mois de l'année.

câble est relâché et le SeaHorse remonte lentement à la surface à ~0,5 m s^{-1} en mesurant la température, la salinité, la teneur en chlorophylle et la profondeur. Toutes les deux heures, le SeaHorse effectue un cycle entre 7 et 120 m. Le second mouillage, situé à environ 200 m de celui du SeaHorse, comprenait un profileur de courant Doppler émettant vers le haut (ADCP) et placé à 80 m dans un flotteur sous-marin fixé. Le profileur ADCP mesurait la vitesse de l'eau toutes les 15 minutes, à intervalles de 2 m entre 6 et 76 m.

Les résultats (figure 3) révèlent une teneur maximale en chlorophylle sous la surface, à une profondeur de 40 m, du 30 septembre au 9 octobre (fig. 3e). Cela coïncide avec la forte densité verticale et les changements dans la teneur en nitrate à la base de la couche de mélange océanique (couche d'eau superficielle ayant une densité quasi uniforme; figures 3c et 3d). Le grand changement de densité à la base de cette couche empêche le mélange vertical et la diffusion des nutriments des eaux profondes vers les eaux de surface, qui en manquent, par conséquent, le phytoplancton ne peut croître qu'à la base de la couche de mélange océanique, où il trouve quelques nutriments et suffisamment de lumière. À mi-hauteur le long du mouillage, l'efflorescence sous-marine disparaît, mais une plus grande efflorescence lui succède à la surface.

Les variables physiques nous renseignent sur la cause des changements dans l'abondance et la distribution du phytoplancton. Les données révèlent que du 9 au 15 octobre certains phénomènes physiques ont entraîné une hausse d'environ 20 m des niveaux constants de température, de salinité, de densité et de nutriments. C'est ce qu'on appelle une « remontée d'eau côtière », phénomène dans lequel les vents soufflant le long de la côte du sud-ouest au nord-est occasionnent un déplacement des eaux côtières vers le large. Sur l'intérieur du plateau nord-écossais, les eaux profondes riches en nutriments remontent vers le haut et viennent remplacer les eaux de surface déplacées vers le large. Cela réapprovisionne en nutriments la zone euphotique de la région côtière et permet au phytoplancton de proliférer. Durant ce processus, le changement de vitesse survenant avec la profondeur, mesuré par le profileur ADCP, s'accroît en raison de la plus forte tension du vent à la surface et la stratification de la densité diminue. Cet accroissement du cisaillement et cette diminution de la stratification ont pour effet d'augmenter encore le transfert vertical de nutriments, par une intensification du mélange et de la diffusion.

Les données nous donnent une preuve concluante du grand rôle que joue la remontée d'eau côtière et le mélange du au vent dans la production d'une efflorescence automnale au centre du plateau nord-écossais. Il convient alors de noter, toutefois, que l'advection horizontale peut aussi jouer un rôle important dans les propriétés hydrographiques changeantes à l'emplacement du mouillage. Autre indication du rôle de la remontée d'eau côtière, les images en couleur de l'océan provenant du capteur SeaWiFS révèlent que ce phénomène s'est produit tout le long de la côte nord-écossaise, de Lunebourg au cap Sable, en automne 2002. Ces images démontrent aussi des phases de haute teneur en chlorophylle en cet et de vastes différences spatiales intra- et interannuelles. Par conséquent, l'efflorescence ne représente pas un cycle annuel variant doucement, mais un phénomène intermittent à forte variabilité spatiale et temporelle. La période où surviennent les efflorescences de phytoplancton sur le plateau nord-écossais et leur durée, facteurs fortement influencés par des phénomènes physiques, peuvent avoir des conséquences importantes sur la production secondaire subséquente et sur la prochaine floraison (Platt et al. 2003).

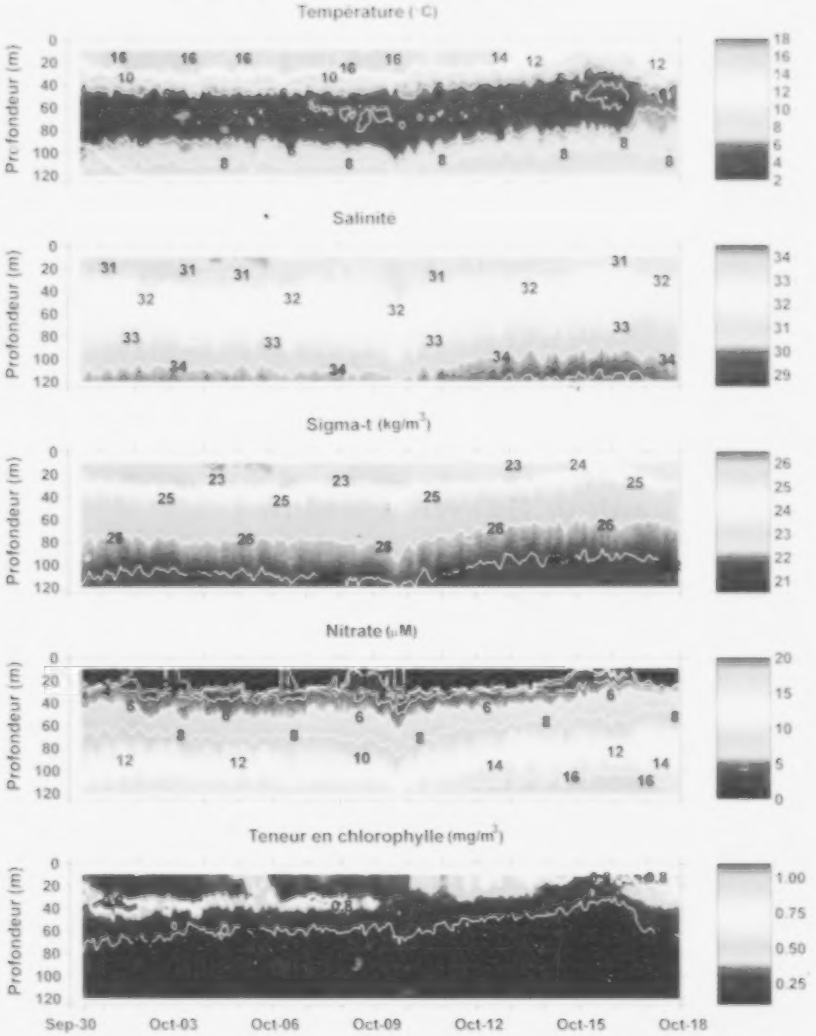


Figure 3 : a) Température, b) salinité, c) densité (sigma-t), d) teneur en nitrate et e) teneur en chlorophylle mesurées au moyen du profileur SeaHorse mouillé à la station 2 du transect d'Halifax du 30 septembre au 18 octobre 2000. La fourchette des valeurs de chaque facteur peut être déterminée d'après la barre chromatique de droite. La teneur en nitrate est fondée sur des échantillons d'eau prélevés le 30 septembre ainsi que les 7, 17 et 25 octobre. La forte corrélation entre le nitrate et la salinité nous a permis de combler les manques (Greenan et al., 2002).

Lectures recommandées

Greenan, B.J.W., B.D. Petrie, W.G. Harrison, and N.S. Oakey. 2004. Are the spring and fall blooms on the Scotian Shelf related to short-term physical events? *Cont. Shelf Res.* 24, 603-625.

Greenan, B.J.W., B. Petrie, G. Harrison, and N.S. Oakey. 2002. Short-term physical, chemical and biological variability on the Scotian Shelf. *Can. Tech. Rep. Hydrogr. Ocean. Sci.* 218, xi + 156 pp.

Hamilton, J.M., G. Fowler, and B. Beanlands. 1999. Long-term monitoring with a moored wave-powered profiler. *Sea Technology* 42, 69-69.

Platt, T., C. Fuentes-Yaco, and K. Frank. 2003. Spring algal bloom and larval fish survival. *Nature* 423, 398-399.

câble est relâché et le SeaHorse remonte lentement à la surface à ~0.5 m s^{-1} en mesurant la température, la salinité, la teneur en chlorophylle et la profondeur. Toutes les deux heures, le SeaHorse effectue un cycle entre 7 et 120 m. Le second mouillage, situé à environ 200 m de celui du SeaHorse, comprenait un profileur de courant Doppler émettant vers le haut (ADCP) et placé à 80 m dans un flotteur sous-marin fuselé. Le profileur ADCP mesurait la vitesse de l'eau toutes les 15 minutes, à intervalles de 2 m entre 6 et 76 m.

Les résultats (figure 3) révèlent une teneur maximale en chlorophylle sous la surface, à une profondeur de 40 m, du 30 septembre au 9 octobre (fig. 3e). Cela coïncide avec la forte densité verticale et les changements dans la teneur en nitrate à la base de la couche de mélange océanique (couche d'eau superficielle ayant une densité quasi uniforme, figures 3c et 3d). Le grand changement de densité à la base de cette couche empêche le mélange vertical et la diffusion des nutriants des eaux profondes vers les eaux de surface, qui en manquent; par conséquent, le phytoplancton ne peut croître qu'à la base de la couche de mélange océanique, où il trouve quelques nutriants et suffisamment de lumière. À mi-hauteur le long du mouillage, l'efflorescence sous-marine disparaît, mais une plus grande efflorescence lui succède à la surface.

Les variables physiques nous renseignent sur la cause des changements dans l'abondance et la distribution du phytoplancton. Les données révèlent que du 9 au 15 octobre certains phénomènes physiques ont entraîné une hausse d'environ 20 m des niveaux constants de température, de salinité, de densité et de nutriants. C'est ce qu'on appelle une « remontée d'eau côtière », phénomène dans lequel les vents soutenus le long de la côte du sud-ouest au nord-est occasionnent un déplacement des eaux côtières vers le large. Sur l'intérieur du plateau néo-écossais, les eaux profondes riches en nutriants remontent vers le haut et viennent remplacer les eaux de surface déplacées vers le large. Cela réapprovisionne en nutriants la zone euphotique de la région côtière et permet au phytoplancton de proliférer. Durant ce processus, le changement de vitesse survenant avec la profondeur, mesuré par le profileur ADCP, s'accroît en raison de la plus forte tension du vent à la surface et la stratification de la densité diminue. Cet accroissement du cisaillement et cette diminution de la stratification ont pour effet d'augmenter encore le transfert vertical de nutriants, par une intensification du mélange et de la diffusion.

Les données nous donnent une preuve convaincante du grand rôle que joue la remontée d'eau côtière et le mélange dû au vent dans la production d'une efflorescence automnale au centre du plateau néo-écossais. Il conviendrait de noter, toutefois, que l'advection horizontale peut aussi jouer un rôle important dans les propriétés hydrographiques changeantes à l'emplacement du mouillage. Autre indication du rôle de la remontée d'eau côtière, les images en couleur de l'océan provenant du capteur SeaWiFS révèlent que ce phénomène s'est produit tout le long de la côte néo-écossaise, de Louisbourg au cap Sable, en automne 2000. Ces images dénotent aussi des phases de haute teneur en chlorophylle en été et de vastes différences spatiales intra et interannuelles. Par conséquent, l'efflorescence ne représente pas un cycle annuel variant doucement, mais un phénomène intermittent à forte variabilité spatiale et temporelle. La période où surviennent les efflorescences de phytoplancton sur le plateau néo-écossais et leur durée, facteurs fortement influencés par des phénomènes physiques, peuvent avoir des conséquences importantes sur la production secondaire subséquente et sur la production halieutique (Platt et al. 2003).

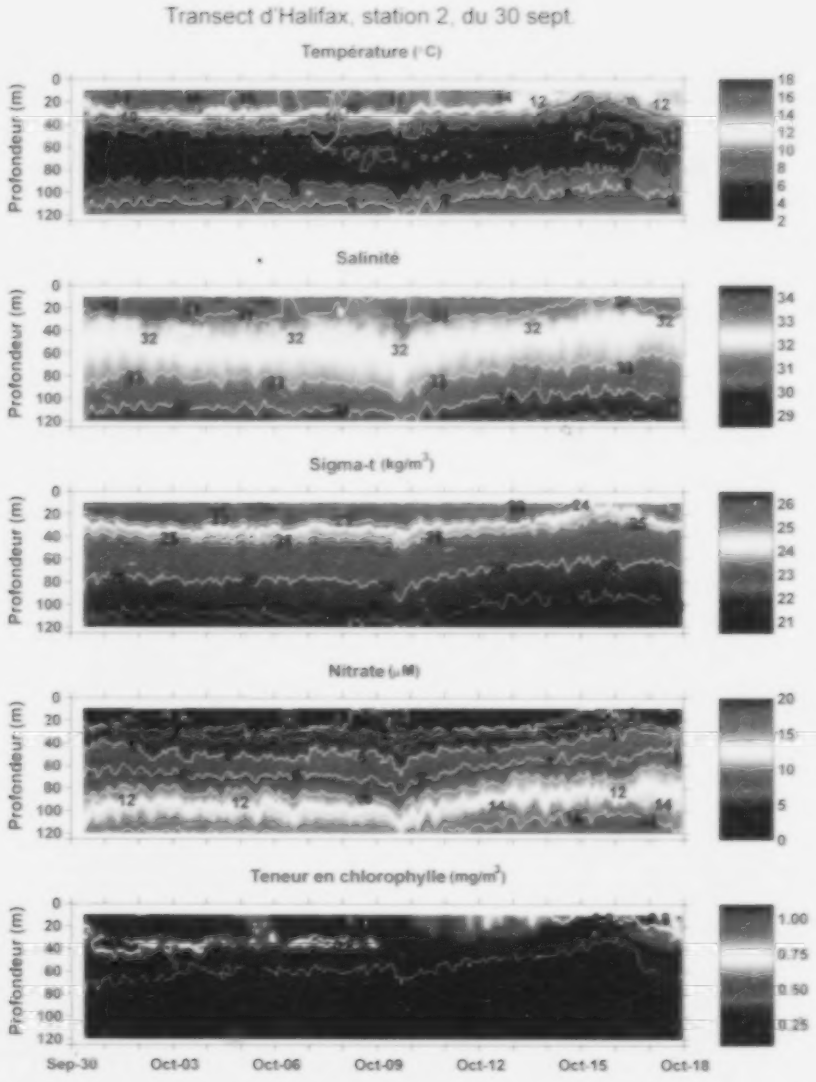


Figure 3 : a) Température, b) salinité, c) densité (sigma-t), d) teneur en nitrate et e) teneur en chlorophylle mesurées au moyen du profileur SeaHorse mouillé à la station 2 du transect d'Halifax du 30 septembre au 18 octobre 2000. La fourchette des valeurs de chaque facteur peut être déterminée d'après la barre chromatique de droite. La teneur en nitrate est fondée sur des échantillons d'eau prélevés le 30 septembre ainsi que les 7, 17 et 25 octobre. La forte corrélation entre le nitrate et la salinité nous a permis de combler les manques (Greenan et al., 2002).

Lectures recommandées

Greenan, B.J.W., B.D. Petrie, W.G. Harrison and N.S. Oakey. 2004. Are the spring and fall blooms on the Scotian Shelf related to short-term physical events? *Cont. Shelf Res.* 24, 603-625.

Greenan, B.J.W., B. Petrie, G. Harrison, and N.S. Oakey. 2002. Short-term physical, chemical and biological variability on the Scotian Shelf. *Can. Tech. Rep. Hydrogr. Ocean. Sci.* 218, xi + 106 pp.

Hamilton, J.M., G. Fowler, and B. Beanlands. 1999. Long-term monitoring with a moored wave-powered profiler. *Sea Technology* 40, 68-69.

Platt, T., C. Fuentes-Yaco and K. Frank. 2003. Spring algal bloom and larval fish survival. *Nature* 423, 398-399.

Un lien par satellite avec la croissance de la crevette dans l'Atlantique Nord

Peter Koeller, Cesar Fuentes-Yaco et Trevor Platt

La crevette nordique, *Pandalus borealis*, (qu'on appellera ici simplement crevette) est devenue une des ressources halieutiques les plus importantes de l'Atlantique Nord. En 2004, ses prises atteignaient près d'un demi-million de tonnes métriques et leur valeur au débarquement approchait du milliard de dollars canadiens. La hausse sans précédent de l'abondance de la crevette dans les années 1990 a été liée à des facteurs environnementaux comme la température et à des changements écologiques, principalement au déclin des prédateurs de la crevette, comme la morue, *Gadus atlantica*, et d'autres espèces de poisson de fond (figure 1).

La croissance de l'industrie de la crevette d'eau froide ne s'est pas réalisée sans problème. Les fortes prises ont abouti à une offre excédentaire de crevettes et à une baisse des prix. De plus, depuis le début des années 1990, sur une vaste étendue géographique allant du plateau néo-écossais à l'ouest du Groenland, la taille des crevettes diminue constamment (figure 2). Cela donne matière à inquiétude, tant sur le plan économique que sur le plan biologique. En effet, comme les prix sont directement liés à la taille des crevettes, la diminution de cette taille est venu exacerber le problème d'offre excédentaire. Par ailleurs, sur le plan biologique, comme le nombre d'œufs que produit une femelle est lui aussi directement lié à la taille de cette dernière, la diminution de la taille s'est traduit par un plus petit nombre moyen d'œufs par femelle, ce qui pourrait finalement contribuer à un déclin de la population. L'effondrement des stocks de morue a été précédé d'une diminution de la taille des poissons selon l'âge et de l'âge auquel ces poissons arrivaient à maturité. La baisse de la taille de la crevette pourrait-elle laisser entrevoir un sort comparable pour ce crustacé? Il est essentiel de comprendre les facteurs qui sont à l'origine de la diminution de taille pour répondre à cette question.

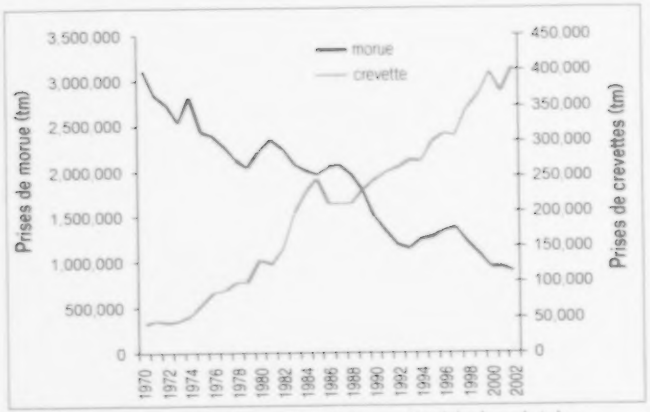


*Figure 1. Prises commerciales de morue et de crevette (*Pandalus borealis*) dans l'Atlantique Nord (1970-2002)*

Plusieurs facteurs sont en cause dans le déclin de la taille de la crevette, y compris la pêche elle-même. Les pêcheurs de crevettes s'intéressent aux individus les plus gros de la population, qui sont les plus lucratifs. Si elle prélève les plus grandes femelles, la pêche occasionnera une diminution de leur taille moyenne. Cela semble s'être produit, malgré des taux d'exploitation (fraction du stock total prélevée par la pêche) relativement bas. Toutefois, la baisse de taille est survenue non seulement dans la composante femelle de la population, mais aussi chez les plus petits mâles, que les pêcheurs évitent. Manifestement, d'autres facteurs entrent aussi en ligne de compte, la disponibilité de la nourriture en étant un des principaux. En supposant que l'approvisionnement en nourriture ait été constant, mais limité, la hausse de la population de crevettes dans les années 1990 se serait traduite par une réduction de la quantité de nourriture disponible par crevette, et partant par une croissance plus lente et par des tailles plus petites. Les températures de l'eau ont augmenté pendant la même période, ce qui a probablement amplifié le problème. Les besoins métaboliques des animaux à sang froid comme la crevette sont liés à la température; quand les températures sont chaudes, l'animal a besoin de plus de nourriture pour croître. Si les réserves alimentaires restent constantes, les températures chaudes se traduiront par une baisse de la croissance, donc de la taille.

Les ichtyobiologistes peuvent mesurer la plupart des paramètres en

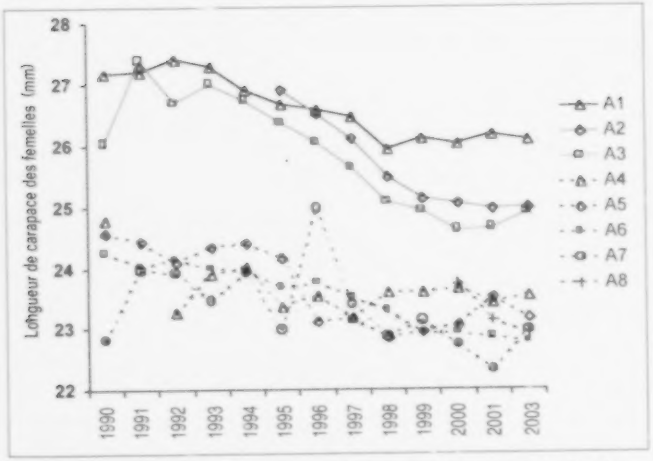


Figure 2. Le graphique illustre la diminution des longueurs de carapace des femelles sur le plateau continental de Terre-Neuve (1990-2002). A noter que dans les régions du nord (A1-3), les crevettes sont beaucoup plus grandes que dans celles du milieu et du centre du plateau (A4-8). C'est parmi les grandes crevettes du détroit d'Hudson et des eaux avoisinantes (A2-3) que la diminution des tailles est la plus marquée.

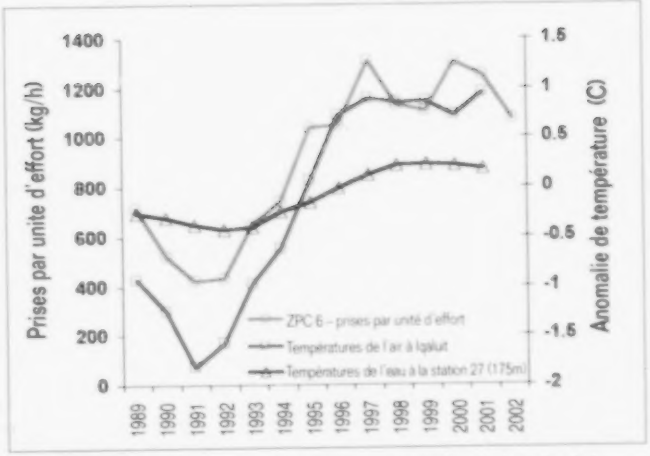


Figure 3. Densité des crevettes parmi les prises par unité d'effort de la pêche de la crevette dans la zone de pêche de la crevette (ZPC) 6 (la ZPC 6 correspond aux zones A7-8 dans la figure 5), anomalie de la température annuelle moyenne à la station 27 (moyenne sur 5 ans à 175 mètres de profondeur) et températures de l'air à Igaluit

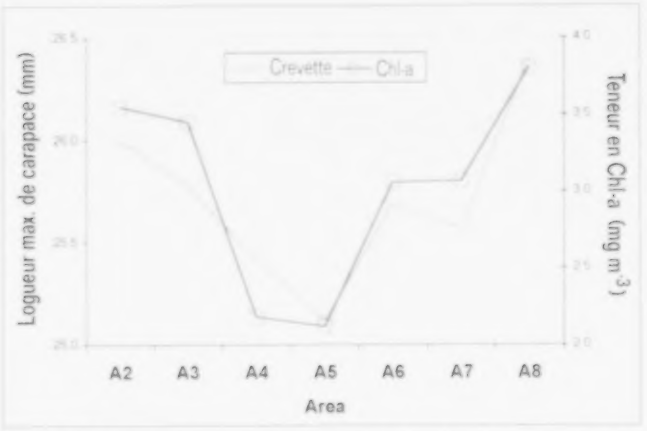


Figure 4. Taille maximale moyenne d'après les échantillons des relevés et teneur maximale en chlorophylle a par zone de 1998 à 2003

cause dans la réduction de la taille des crevettes. Les longueurs de carapace parmi la population ainsi que parmi les prises des relevés par navire scientifique et les échantillons des observateurs des pêches peuvent servir à estimer les effets de la pêche. Les changements dans la température de l'eau peuvent être déterminés d'après des programmes de surveillance continue. Toutefois, jusqu'à tout récemment, la disponibilité de la nourriture, dont on peut dire qu'elle est le facteur le plus important de la croissance, n'a pas été mesurée aux grandes échelles nécessaires. Le phytoplancton, c'est-à-dire les plantes microscopiques qui poussent près de la surface de l'océan, représente une importante source alimentaire pour les jeunes crevettes. Les plus vieilles crevettes se nourrissent aussi du phytoplancton décomposé, ou détritus, tombé au fond de l'eau. Or, les images en couleur de l'océan obtenues par satellite permettent désormais de déterminer quelle quantité de phytoplancton se trouve dans les eaux de surface, autrement dit quel est le degré de « verdissement » de l'océan.

Il est compliqué de prouver qu'il existe un lien entre l'abondance du phytoplancton, établie d'après l'imagerie satellitaire, et la croissance des crevettes, parce qu'il est difficile de déterminer quels sont les taux de croissance de ces animaux. On ne peut, en effet, établir l'âge d'une crevette comme celui d'un poisson, car la crevette ne possède pas, comme ce dernier, des parties corporelles dures comportant des anneaux de croissance annuelle, qu'il suffit de compter pour connaître l'âge de l'individu. Il n'est donc pas aisé de déterminer combien de temps il a fallu à une crevette de 16 cm pour atteindre cette longueur. En général, la grandeur des crevettes augmente avec la latitude; plus les eaux dans lesquelles elles se trouvent sont proches du nord, plus les crevettes sont grandes (fig. 2). Les biologistes estiment en général que cela est dû à un ralentissement de la croissance dans les eaux nordiques. Selon cette logique, les crevettes sont plus grandes dans les eaux situées les plus au nord parce qu'elles sont plus vieilles et qu'il leur a fallu plus de temps pour atteindre leur taille, et non parce que leur croissance a été plus rapide sur un même laps de temps. Cette hypothèse ne tient pas compte des différences dans la disponibilité de la nourriture. Pour vérifier s'il existe un lien entre cette dernière et la croissance de la crevette, on peut se rapporter au plateau continental de Terre-Neuve, où on sait que les températures de l'eau restent relativement constantes aux diverses latitudes pendant la période de croissance estivale; si donc on y observe des changements de taille selon la latitude, ils sont plus vraisemblablement imputables à des différences dans la disponibilité de la nourriture.

Nous avons divisé le plateau continental de Terre-Neuve en sous-zones englobant l'aire de distribution locale de la crevette, puis avons calculé la taille maximale moyenne de celle-ci et la teneur maximale en chlorophylle dans chaque sous-zone. Une corrélation significative a été établie entre ces données pour les années au sujet desquelles on disposait de ces deux mesures (figure 4). Les résultats semblent clairement indiquer que les différences géographiques dans la taille des crevettes sur le plateau continental de Terre-Neuve sont dues, au moins en partie, à des différences géographiques dans la disponibilité de la nourriture, découlant de différences dans la production de phytoplancton.

Quelle est donc la cause de ces différences géographiques dans la production planctonique? On sait que dans le nord du plateau continental de Terre-Neuve (zones A2-3 de la figure 5) la production de phytoplancton est plus grande en raison des plus fortes concentrations de nutriments engendrées par les phénomènes de mélange dans le détroit d'Hudson. Cette production diminue et atteint son minimum vers le milieu du plateau (A4-5), puis elle augmente à nouveau dans le sud (A6-8), en raison d'autres phénomènes océanographiques. Les différences régionales dans l'intensité maximale de l'efflorescence de phytoplancton sur le plateau continental de Terre-Neuve et du Labrador apparaissent clairement dans la figure 5; celle-ci semble aussi révéler que la nourriture limite peut-être davantage la croissance de la crevette au large de Terre-Neuve que dans d'autres régions de l'Atlantique Nord-Ouest, comme l'ouest du Groenland.

Se pourrait-il qu'en plus des températures plus chaudes et de la hausse de l'abondance de la crevette, des changements dans les caractéristiques de production du plancton aient contribué à une diminution de la croissance dans les années 1990? La plus grande baisse de taille s'est produite dans les régions productives nordiques, où on trouve les plus grandes crevettes (figure 2), ce qui laisse croire que ces régions ont connu un plus grand changement dans le régime de production du phytoplancton. Il se peut, par exemple, qu'un plus grand apport d'eaux douces de ruissellement dans le détroit d'Hudson, occasionné par une hausse des températures atmosphériques (figure 3) et par la fonte des glaces dans les années 1980, ait abouti à une plus grande stabilité de la colonne d'eau et que cela se soit traduit par un moindre mélange de nutriments dans les couches superficielles, par une production primaire plus basse et donc par une baisse de la nourriture disponible pour les crevettes. Quelle que soit la cause du phénomène, les données obtenues par satellite permettent maintenant de tenir compte des changements dans la disponibilité de la nourriture lorsqu'on vérifie toutes ces hypothèses.

Les teneurs maximales en chlorophylle-a (mg m^{-3}) de février à septembre pour la période 1998-2003 sont illustrées ici. Les sous-zones utilisées dans l'analyse et les endroits mentionnés dans le texte sont aussi représentés

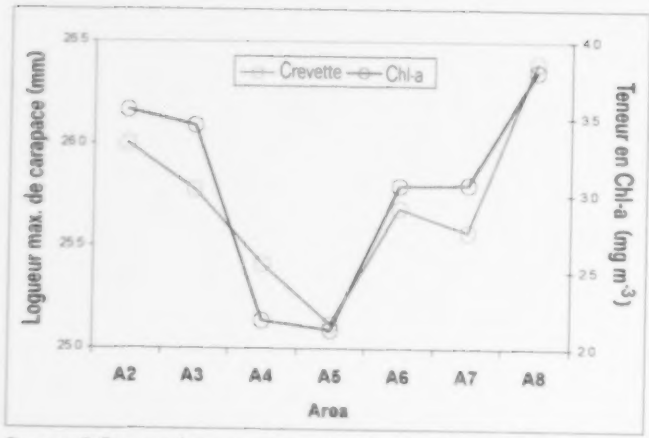


Figure 4. Taille maximale moyenne d'après les échantillons des relevés et teneur maximale en chlorophylle-a par zone de 1998 à 2003

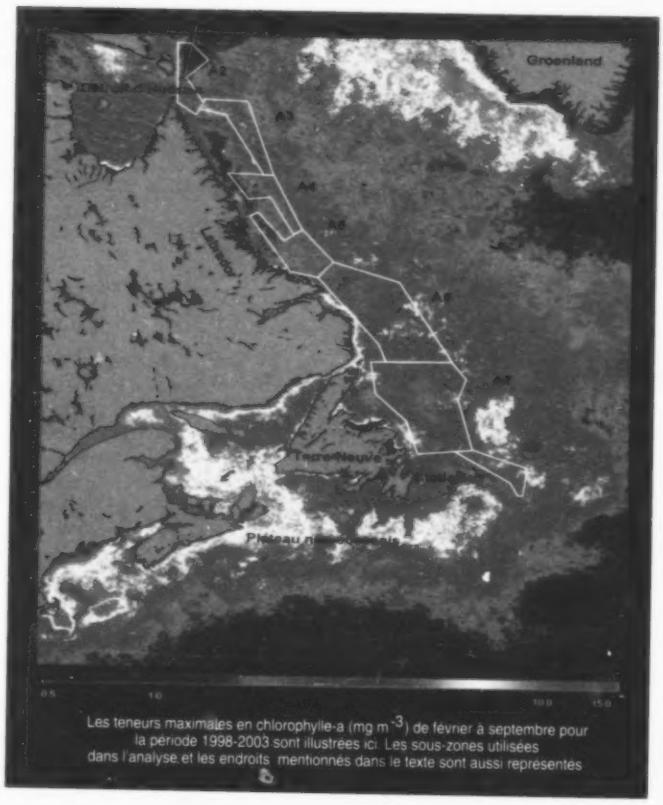
cause dans la réduction de la taille des crevettes. Les longueurs de carapace parmi la population ainsi que parmi les prises des relevés par navire scientifique et les échantillons des observateurs des pêches peuvent servir à estimer les effets de la pêche. Les changements dans la température de l'eau peuvent être déterminés d'après des programmes de surveillance continue. Toutefois, jusqu'à tout récemment, la disponibilité de la nourriture, dont on peut dire qu'elle est le facteur le plus important de la croissance, n'a pas été mesurée aux grandes échelles nécessaires. Le phytoplancton, c'est-à-dire les plantes microscopiques qui poussent près de la surface de l'océan, représente une importante source alimentaire pour les jeunes crevettes. Les plus vieilles crevettes se nourrissent aussi du phytoplancton décomposé, ou détritus, tombé au fond de l'eau. Or, les images en couleur de l'océan obtenues par satellite permettent désormais de déterminer quelle quantité de phytoplancton se trouve dans les eaux de surface, autrement dit quel est le degré de « verdissement » de l'océan.

Il est compliqué de prouver qu'il existe un lien entre l'abondance du phytoplancton, établie d'après l'imagerie satellitaire, et la croissance des crevettes, parce qu'il est difficile de déterminer quels sont les taux de croissance de ces animaux. On ne peut, en effet, établir l'âge d'une crevette comme celui d'un poisson, car la crevette ne possède pas, comme ce dernier, des parties corporelles dures comportant des anneaux de croissance annuelle, qu'il suffit de compter pour connaître l'âge de l'individu. Il n'est donc pas aisé de déterminer combien de temps il a fallu à une crevette de 10 cm pour atteindre cette longueur. En général, la grandeur des crevettes augmente avec la latitude; plus les eaux dans lesquelles elles se trouvent sont proches du nord, plus les crevettes sont grandes (fig. 2). Les biologistes estiment en général que cela est dû à un ralentissement de la croissance dans les eaux nordiques. Selon cette logique, les crevettes sont plus grandes dans les eaux situées les plus au nord parce qu'elles sont plus vieilles et qu'il leur a fallu plus de temps pour atteindre leur taille, et non parce que leur croissance a été plus rapide sur un même laps de temps. Cette hypothèse ne tient pas compte des différences dans la disponibilité de la nourriture. Pour vérifier s'il existe un lien entre cette dernière et la croissance de la crevette, on peut se rapporter au plateau continental de Terre-Neuve, où on sait que les températures de l'eau restent relativement constantes aux diverses latitudes pendant la période de croissance estivale; si donc on y observe des changements de taille selon la latitude, ils sont plus vraisemblablement imputables à des différences dans la disponibilité de la nourriture.

Nous avons divisé le plateau continental de Terre-Neuve en sous-zones englobant l'aire de distribution locale de la crevette, puis avons calculé la taille maximale moyenne de celle-ci et la teneur maximale en chlorophylle dans chaque sous-zone. Une corrélation significative a été établie entre ces données pour les années au sujet desquelles on disposait de ces deux mesures (figure 4). Les résultats semblent clairement indiquer que les différences géographiques dans la taille des crevettes sur le plateau continental de Terre-Neuve sont dues, au moins en partie, à des différences géographiques dans la disponibilité de la nourriture, découlant de différences dans la production de phytoplancton.

Quelle est donc la cause de ces différences géographiques dans la production planctonique? On sait que dans le nord du plateau continental de Terre-Neuve (zones A2-3 de la figure 5) la production de phytoplancton est plus grande en raison des plus fortes concentrations de nutriments engendrées par les phénomènes de mélange dans le détroit d'Hudson. Cette production diminue et atteint son minimum vers le milieu du plateau (A4-5), puis elle augmente à nouveau dans le sud (A6-8), en raison d'autres phénomènes océanographiques. Les différences régionales dans l'intensité maximale de l'efflorescence de phytoplancton sur le plateau continental de Terre-Neuve et du Labrador apparaissent clairement dans la figure 5; celle-ci semble aussi révéler que la nourriture limite peut-être davantage la croissance de la crevette au large de Terre-Neuve que dans d'autres régions de l'Atlantique Nord-Ouest, comme l'ouest du Groenland.

Se pourrait-il qu'en plus des températures plus chaudes et de la hausse de l'abondance de la crevette des changements dans les caractéristiques de production du plancton aient contribué à une diminution de la croissance dans les années 1990? La plus grande baisse de taille s'est produite dans les régions productives nordiques, où on trouve les plus grandes crevettes (figure 2), ce qui laisse croire que ces régions ont connu un plus grand changement dans le régime de production du phytoplancton. Il se peut, par exemple, qu'un plus grand apport d'eaux douces de ruissellement dans le détroit d'Hudson, occasionné par une hausse des températures atmosphériques (figure 3) et par la fonte des glaces dans les années 1990, ait abouti à une plus grande stabilité de la colonne d'eau et que cela se soit traduit par un moindre mélange de nutriments dans les couches superficielles, par une production primaire plus basse et donc par une baisse de la nourriture disponible pour les crevettes. Quelle que soit la cause du phénomène, les données obtenues par satellite permettent maintenant de tenir compte des changements dans la disponibilité de la nourriture lorsqu'on vérifie toutes ces hypothèses.



Les teneurs maximales en chlorophylle-a (mg m^{-3}) de février à septembre pour la période 1998-2003 sont illustrées ici. Les sous-zones utilisées dans l'analyse et les endroits mentionnés dans le texte sont aussi représentés

Programme d'échantillonnage au port dans la Région des Maritimes du MPO

Peter Comeau et Bob Branton

Le Programme d'échantillonnage au port de la Région des Maritimes du MPO a été conçu à la Station biologique de St. Andrews (SBSA) au milieu des années 1940. Il avait pour but de recueillir des données sur la longueur, l'âge et les prises de poisson dans les débarquements de la pêche commerciale de toutes les provinces Maritimes. Pour évaluer les stocks halieutiques, les scientifiques ont besoin de données sur les populations de poisson, ainsi que sur la quantité, la taille et l'âge des poissons capturés par les pêcheurs commerciaux. Après traitement des échantillons biologiques, les données obtenues sont combinées à d'autres sources d'information sur les populations et servent à effectuer les évaluations de stock, dans le cadre desquelles les scientifiques donnent leur avis sur les niveaux d'exploitation.

Technicien au port en train de prélever des otolithes (petites concrétions osseuses de la tête) sur un merlu argenté

Dans ses 50 ans d'existence, le programme a connu divers changements. Pendant longtemps, une des responsabilités les plus importantes et aussi les plus chronophages des techniciens chargés de l'échantillonnage au port a consisté à déterminer les quantités de poisson de chaque espèce débarquée par les pêcheurs commerciaux dans la zone d'échantillonnage. Il s'en sont acquittée en entretenant de bons rapports avec l'industrie de la pêche : pêcheurs et transporteurs acceptaient de leur indiquer quelles espèces et quelles quantités de poisson avaient été capturées. Depuis quelques années, soit depuis l'adoption des journaux de bord et de la vérification à quai, ce n'est plus là une des principales fonctions de l'échantillonneur au port.

La collecte de données biologiques sur les débarquements de la pêche commerciale est une des exigences du travail qui n'a pas changé. En collaboration avec les biologistes responsables des évaluations de stock, les techniciens en échantillonnage fixent un nombre cible d'échantillons pour les divers stocks de poisson de la région. Ils suivent les activités de pêche et sont présents à l'arrivée des bateaux quand ceux-ci rentrent au port avec leurs prises. Les techniciens prélèvent alors un échantillon aléatoire (de 250 à 300 poissons) parmi les prises et

Réunion de techniciens chargés de l'échantillonnage au port à la Station biologique de St. Andrews en 1974 : Au fond : Ted Sollows, Darrel Lyon, Bill Smith, Peggy Stewart, Ralph Halliday (chef de projet) et Jim Martin Au premier rang : Murray Fraser, Russell MacPherson, Charlie Monaghan, Winni Chaisson et Rex Hunter

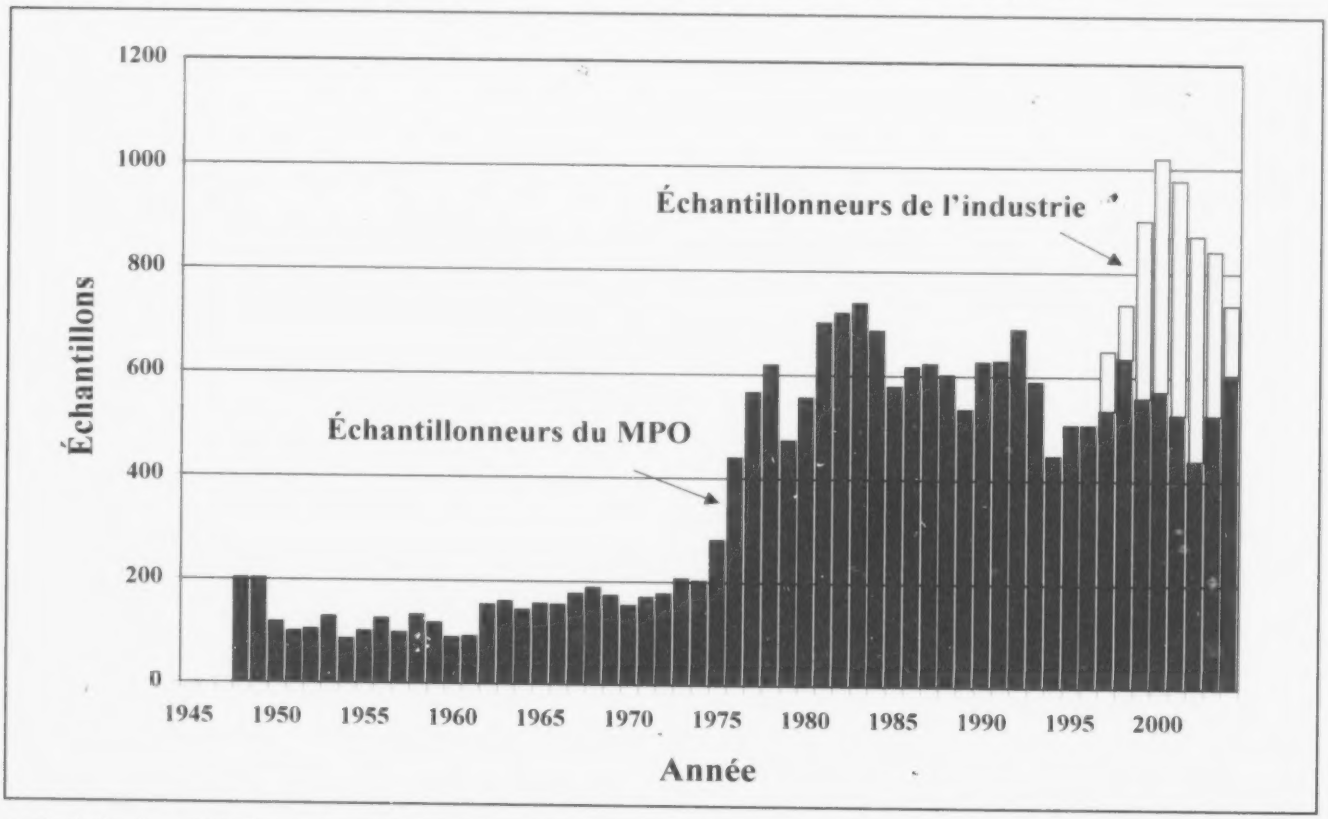
Gilbert Donaldson (technicien en échantillonnage au port du DFO) montre à Susan d'Entremont (technicienne en échantillonnage de l'industrie, qui s'est maintenant jointe au MPO) comment échantillonner du merlu argenté au quai de la pointe Lennis à Pubnico en 2000.

mesurent chacun de ces poissons. Selon l'espèce considérée, ils recueillent aussi d'autres renseignements, par exemple sur ce qui a été utilisé pour déterminer l'âge des individus (otolithes, écailles ou les deux), sur la proportion de poissons de chacun des sexes, sur le stade de maturité des gonades, sur le poids de chaque individu, ainsi que sur le poids des foies et celui des gonades. Les outils fondamentaux utilisés — planche à mesurer, pince et couteaux – sont restés les mêmes au fil du temps, quoique les matériaux aient évolué en fonction des normes d'hygiène appliquées dans les usines de poisson. Ainsi, on est passé du bois à l'aluminium dans les planches à mesurer et du bois au plastique dans les manches de couteaux, les lames de ces derniers ayant aussi été remplacées par des lames en acier inoxydable.

Le programme a aussi changé en ce qui concerne l'étendue des zones d'échantillonnage et le nombre de techniciens sur le terrain. À un moment donné, les techniciens de la Région des Maritimes étaient responsables de l'échantillonnage partout au Nouveau-Brunswick, à l'Île-du-Prince-Édouard et en Nouvelle-Écosse. Avec la création de la Région du Golfe, leur territoire a été réduit à la côte de la Nouvelle-Écosse, depuis la baie St. Lawrence jusqu'à la baie de Fundy, et à la côte sud du Nouveau-Brunswick. Par ailleurs, en raison à la fois de la réduction du territoire et de l'évolution dans la conduite de la pêche, on a réduit le nombre de techniciens sur le terrain. En 1977, par suite de l'imposition de la limite des 200 milles et de la création de la Division des poissons de mer, le programme d'échantillonnage a été transféré de la SBSA à l'IOB. Le nombre de techniciens préposés à l'échantillonnage au port est passé de 10 échantillonneurs à temps plein au début des années 1970 à un échantillonneur à temps plein et deux autres à temps partiel en 2004. L'avènement de l'ordinateur a aussi entraîné des modifications dans le programme. Au début de celui-ci, toutes les données étaient envoyées à la SBSA, pour y être saisies sur cartes perforées. À partir du milieu des années 1980, les échantillonneurs ont pu saisir directement les données qu'ils recueillaient dans la base de données de l'IOB, depuis leurs bureaux locaux.

Malgré la réduction du nombre de techniciens sur le terrain, on a pu conserver le même niveau d'échantillonnage ces dernières années. Cela a été possible grâce au recours à d'autres sources d'échantillonnage, qui peuvent maintenant être utilisées en raison des changements dans la façon de gérer la pêche. Nous nous sommes entendus avec l'industrie de la pêche pour qu'elle nous fournissent des échantillons supplémentaires, en particulier avec Blue Wave Fisheries, à Port Mouton et avec la Scotia Fundy Mobile Gear Fishermen's Association, dans le sud-ouest de la Nouvelle-Écosse. Outre ces ententes d'échantillonnage, il y a aussi des ententes de projet commun portant sur de nouvelles pêches exploratoires ou de développement, comme celle de l'aiguillat commun, qui au chapitre des exigences scientifiques prévoient la fourniture d'échantillons. Enfin, nous avons aussi affectés parfois des techniciens de la SBSA ou de l'IOB à des missions sur le terrain pendant de courtes périodes, pour compléter l'échantillonnage.

Bien que le Programme d'échantillonnage au port ait beaucoup changé au fil des ans, il continue de fournir une partie fondamentale des données nécessaires à l'évaluation des stocks de poisson. Les données produites dans le cadre de ce programme constituent une série chronologique d'information sur la biologie des poissons de notre région, qui porte sur près de 50 ans et représente la plus vieille base de données de la Division des poissons de mer (DPM) à l'IOB. Les scientifiques qui effectuent les évaluations de stock utilisent ces données pour produire des Rapports sur l'état des stocks, des Documents de recherche et d'autres publications scientifiques. On peut accéder à ces données par le Centre de données virtuelles de la DPM. Quoique leur rôle soit vraisemblablement appelé à changer encore pour intégrer des fonctions davantage axées sur l'encadrement et le contrôle de la qualité du travail des techniciens de l'industrie, les techniciens de terrain du MPO continueront à assurer un service important pour notre connaissance de la pêche et de la biologie des stocks de poisson.



Nombre d'échantillons prélevés chaque année par les échantillonneurs du MPO et par ceux de l'industrie

Le corégone atlantique : chez lui en Nouvelle-Écosse, mais tout seul

R.G. Bradford

*Figure 1. Corégone atlantique (*Coregonus huntsmani*)*

Imaginez que sur notre planète vous et votre espèce n'existiez plus que sur un territoire ne dépassant pas l'étendue visible du sommet d'une petite colline. C'est exactement la situation dans laquelle se trouve le corégone atlantique (*Coregonus huntsmani*)(figure 1), survivant d'une ère glaciaire autrefois répandu, qui ne réside plus maintenant que dans trois petits lacs de la Nouvelle-Écosse et qui est en voie de disparition. Il a besoin de notre aide pour survivre.

Le corégone atlantique appartient à la sous-famille des corégonidés, groupe de poissons abondant dont la taxonomie et l'écologie varient et qui habitent les régions arctiques et tempérées de l'hémisphère Nord. En Amérique du Nord, le genre *Coregonus* a subi, il y a plus d'une centaine de milliers d'années, une divergence génétique qui a abouti aux groupes connus sous le nom de grands corégones et de ciscos. Le corégone atlantique est une espèce relique de la forme ancestrale de *Coregonus* qui existait avant la divergence. En tant qu'espèce endémique au Canada, sans occurrence signalée hors de la Nouvelle-Écosse, le corégone atlantique est une composante importante de la biodiversité et cela à l'échelle tant locale que nationale et mondiale.

Comme bien d'autres espèces de poissons d'eau douce de l'est du Canada, le corégone atlantique a vraisemblablement survécu au dernier épisode de glaciation en Amérique du Nord en se retirant dans un ou plusieurs refuges. Parallèlement à la croissance et à la progression de l'inlandsis, le niveau de la mer a baissé, en raison des quantités croissantes d'eau emmagasinées par les glaciers. On croit que des conditions propices à la pérennité des espèces d'eau douce existaient le long du bord extérieur d'un ou de plusieurs des bancs qui étaient à découvert sur le plateau néo-écossais.

On ne saura vraisemblablement jamais quelle était l'étendue géographique de la dispersion du corégone atlantique dans les rivières d'Amérique du Nord lors du recul des glaciers, il y a environ dix mille ans. À l'époque où il a été décrit pour la première fois en tant que forme unique de corégone, soit en 1922, le corégone atlantique avait une distribution discontinue, limitée à deux réseaux hydrographique du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse, les rivières Tusket-Annis et la Petite Riviere (figure 2). Il ressort de facteurs génétiques et démographiques que l'espèce doit avoir occupé une aire de distribution plus vaste et continue à une époque antérieure. On ne sait pas quels sont les rôles relatifs des facteurs naturels par rapport aux facteurs humains dans la distribution

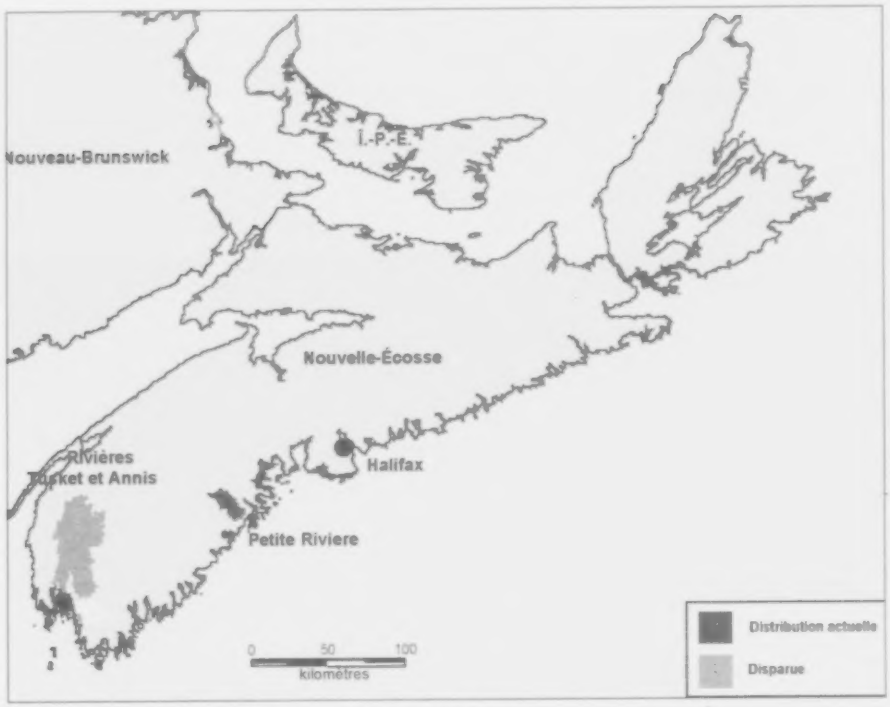


Figure 2. Rivières dans lesquelles du corégone atlantique a été recensé

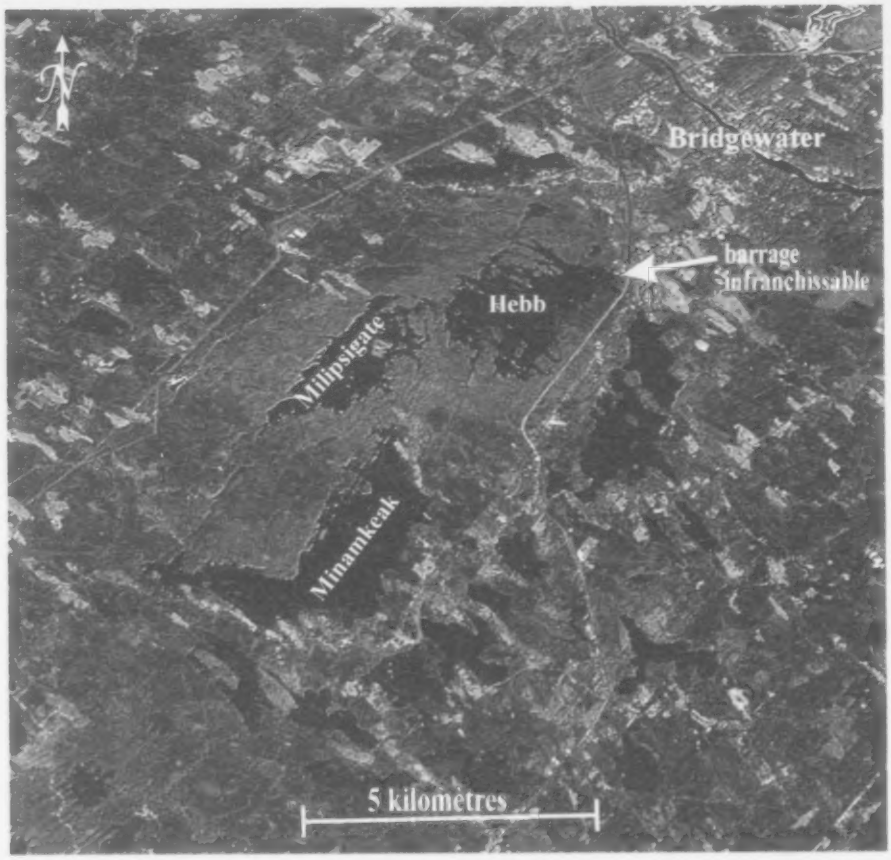


Figure 3. Images obtenues par satellite et montrant les trois lacs qui représentent maintenant l'aire de distribution globale du corégone atlantique. Le lac Minamkeak a été dévié vers la Petite Riviere en 1903. Il convient de noter que les terres entourant les lacs sont relativement peu aménagées par rapport à toute l'étendue représentée. Source: www.terraserver.com

connue de l'espèce. Des interprétations conjecturales font état de l'acidité naturelle de nombreux bassins de drainage des rivières, de la construction par les premiers colons de barrages dépourvus de passes à poisson et d'une exploitation inconsidérée de la ressource. Ce qui est certain, c'est la réduction alarmante de l'aire occupée par l'espèce et la perte de diversité écologique au sein de cette aire au cours des dernières décennies.

La population des rivières Tusket-Annis semble être totalement anadrome, tandis que dans la Petite Riviere on a signalé la présence à la fois de corégones atlantique anadromes et d'autres demeurant entièrement en eau douce. Le dernier signalement de corégone atlantique dans le bassin hydrographique des rivières Tusket-Annis remonte à 1982. C'est uniquement dans le cas de la population de la Petite Rivière résidant totalement en eau douce, qui présente une faible diversité génétique révélatrice de périodes antérieures d'abondance extrêmement basse, qu'on a la certitude que le cycle biologique est bouclé. Dans les études sur le terrain réalisées récemment, rien ne révèle l'existence de populations non découvertes jusqu'ici.

La survie du corégone atlantique depuis 1982 a dépendu entièrement de sa présence persistante dans les quelque 16 km² d'habitat aquatique définis par trois lacs du réseau hydrographique de la Petite Riviere (figure 3). On doit peut-être au hasard le fait que la qualité de l'eau de ces lacs bénéficie d'une protection exceptionnelle, étant donné que les lacs en question représentent la source d'eau municipale de la ville de Bridgewater. Ces lacs ne sont pas accessibles depuis la mer, en raison de la présence d'un barrage qui ne comporte pas de passe à poisson. L'introduction illégale récente d'achigan à petite bouche (*Micropterus dolomieu*) non indigène dans un de ces trois lacs et la colonisation vraisemblable des autres lacs par ce poisson jettent un doute sur la santé de la population de corégone atlantique résidante, et partant de l'espèce.

L'équipe chargée de la conservation et du rétablissement du corégone atlantique œuvre à un plan de rétablissement depuis 1999. En général, un tel plan vise à réduire les risques qui menacent la survie de l'espèce grâce à l'expansion de l'aire de distribution. Il s'agit plus précisément de 1) rapatrier le corégone atlantique anadrome dans les rivières Tusket-Annis, 2) rétablir la montaison anadrome dans la Petite Riviere et 3) créer d'autres populations ailleurs dans le sud-ouest de la Nouvelle-Écosse. Il est peu probable que l'un quelconque de ces objectifs puisse être atteint par la colonisation naturelle d'un nouvel habitat. Seules l'interventions anthropique et l'action collective concertée peuvent ensemble mener au rétablissement de l'espèce.

Des études récentes réalisées en laboratoire

et sur le terrain permettent de penser que le rétablissement est possible. Il est fort probable, par exemple, que le corégone atlantique ait colonisé naturellement un des trois lacs dans lequel il est présent (fig. 3), une fois le lac dévié vers la Petite Rivière, en 1903. La création de populations résidantes dans d'autres lacs est donc du domaine du possible. On sait que des poissons égarés venant des lacs de la Petite Rivière ont passé l'hiver en mer ces dernières années. Des expériences en cours à l'Université Dalhousie révèlent que la population restante de corégone atlantique continue de tolérer le séjour en pleine mer. Par conséquent, la population résidant en eau douce pourrait servir de stock de donneurs en vue de rétablir les montaisons anadromes. Dans le cadre de recherches entreprises au Centre de biodiversité du MPO sur la Mersey, on a démontré par des opérations successives et réussies de fraye et d'élevage de corégone atlantique en captivité (figure 4) que l'empoissonnement pouvait être un important outil de conservation, apte à contribuer à la réalisation des objectifs de rétablissement. Un programme d'accouplement destiné à assurer la santé des alevins a été élaboré avec l'aide du laboratoire d'analyse des gènes marins de l'Université Dalhousie.

Inscrite récemment comme espèce en voie disparition sur la liste établie en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) du gouvernement fédéral, le corégone atlantique fait l'objet maintenant d'une protection extraordinaire, notamment sous forme d'interdictions de nuire aux individus de cette espèce ou à leur habitat essentiel. Au nombre des mesures de protection déjà appliquées, il faut citer la fermeture des trois lacs de la Petite Rivière à la pêche sportive pendant les périodes où on est susceptible de capturer du corégone atlantique, et l'interdiction d'utiliser des appâts pour pêcher dans ces lacs en période d'ouverture de la pêche sportive. Des critères élaborés en collaboration avec l'Université Acadia pour distinguer des autres corégones le corégone atlantique permettent aux agents de la conservation d'identifier ce dernier avec exactitude. Par ailleurs, les travaux de recherche devant aider à définir l'habitat essentiel selon la qualité de l'eau et les préférences de l'espèce en matière de quête de nourriture et de température sont sur le point d'être achevés. Au cours des quelques prochaines années, la recherche portera notamment sur la surveillance de certains individus parmi le stock sauvage, en vue de mieux comprendre les besoins du corégone atlantique en matière d'habitat.

Bien qu'elles soient indéniablement profitables à la conservation, les interdictions imposées par la LEP restreignent forcément les possibilités d'établir d'autres populations ailleurs dans le sud-ouest de la Nouvelle-Écosse. La présence de corégone atlantique risquerait d'être préjudiciable à l'utilisation normale et à la jouissance de propriétés personnelles ou de ressources locales, à la pêche, tant commerciale que récréative, ou à l'utilisation de propriétés côtières, par exemple. En plus de tenir compte de la qualité biologique et écologique des lieux possibles d'empoissonnement, il faudra aussi prendre en considération les facteurs socio-économiques.

La réalisation de n'importe lequel des objectifs de rétablissement dépend en fin de compte de la réceptivité du public et de la gérance communautaire. Parmi les activités de communication et de gérance déjà entreprises, il faut citer les initiatives lancées par la Nova Scotia Power Inc. pour évaluer la qualité de l'habitat dans les rivières Tusket et Annis et sensibiliser la population locale au corégone atlantique. Des activités complémentaires entreprises par la Bluenose Coastal Action Foundation, le ministère de l'Agriculture et des Pêches de la Nouvelle-Écosse, le Musée d'histoire naturelle de la Nouvelle-Écosse, la South Shore Naturalist Society et la Tusket River Environmental Protection Association ont débouché sur d'autres produits de communication destinés à accroître la sensibilisation du public au corégone atlantique en général et aux menaces posées par l'introduction illégale de poissons non indigènes dans les lacs et rivières ainsi qu'aux méthodes nocives d'utilisation de la terre et de l'eau.

Tous les ordres de gouvernement et d'administration, l'industrie, les milieux universitaires et les organismes qui œuvrent à la protection de l'environnement ont répondu à l'invitation d'agir. Nous espérons que le public comprendra qu'il est d'un intérêt fondamental de répondre aux besoins d'une espèce qui a besoin de notre aide.

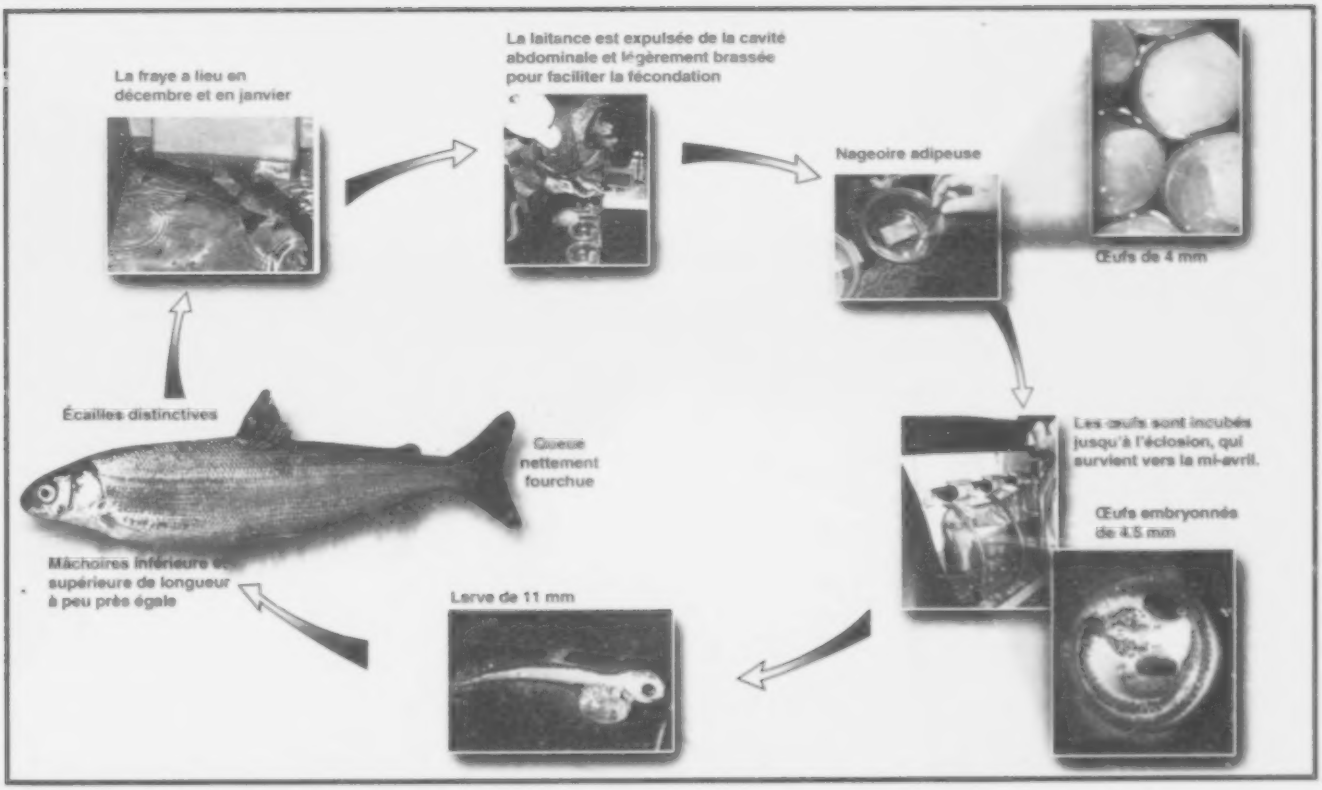


Figure 4. Expériences d'élevage en captivité au Centre de biodiversité du MPO sur la Mersey

Mesurer les transports d'eau douce dans l'archipel canadien : la question du changement climatique

Jim Hamilton et Simon Prinsenberg

L'océan Arctique est un océan unique par sa vaste couverture de glace. Il est recouvert sur près de sa moitié d'une couche de glace d'une épaisseur moyenne de trois mètres, et au cours du long hiver que connaît la région la superficie englacée double pratiquement. Certains indices révèlent que la partie pérenne de ce manteau glaciel rétrécit et que les eaux restent libres de glace plus longtemps dans les parties de l'Arctique où s'installe habituellement la couche de glace saisonnière. Ces changements se répercutent sur l'écosystème local et sur les gens qui en dépendent. De plus, comme la couverture de glace isole l'atmosphère de l'océan et renvoie les rayons solaires dans l'espace avec un effet calorique minime, on craint qu'une diminution de cette couverture puisse accélérer le réchauffement régional et se traduire par une fonte encore plus grande, non seulement de la glace marine, mais aussi de certains des vastes glaciers du Groenland et de l'archipel canadien. Il en résulterait un apport d'eau douce de ces deux sources, qui pourrait avoir des incidences importantes et de grande portée. Tous les océans du monde sont reliés par des régimes de circulation planétaire, qui redistribuent la chaleur et le sel et qui ont par conséquent une grande incidence sur le climat. Dans la partie supérieure de l'océan Atlantique, les eaux chaudes et salées qui se déplacent vers le nord depuis l'équateur s'alourdissent au fur et à mesure qu'elles sont refroidies par l'air de l'Arctique et s'enfoncent dans les profondeurs, où elles induisent un courant de retour vers le sud. Un plus grand transfert de cette eau douce et légère de l'Arctique aux eaux de surface de l'Atlantique Nord pourrait nuire à ce processus de convection et modifier le régime de circulation océanique à grande échelle.

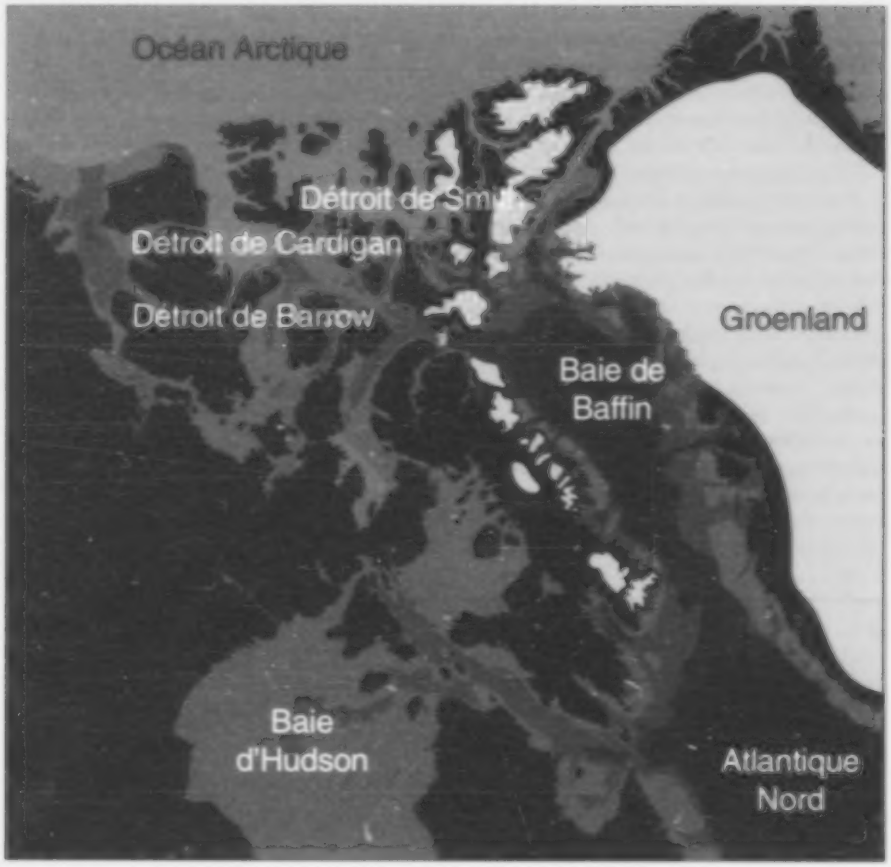


Figure 1. Carte de l'archipel canadien et des eaux avoisinantes montrant les voies de passage qui relient l'océan Arctique à l'océan Atlantique, y compris le site d'étude dans le détroit de Barrow. Les glaces marines pérennes sont représentées en vert foncé et les glaciers en vert clair.

Pour comprendre comment l'océan Arctique réagit au réchauffement de la planète, il est nécessaire de connaître ses nombreuses composantes et leurs interactions. Étant donné l'effet possible d'une fonte accrue sur la circulation océanique planétaire, le cycle de l'eau douce dans l'Arctique est un grand sujet de préoccupation. Les principaux apports d'eau douce nouvelle dans l'océan Arctique viennent du ruissellement fluvial, de l'afflux d'eaux légèrement plus douces du Pacifique par le détroit de Bering et des précipitations. Ces apports sont contrebalancés par l'évacuation de l'eau douce (sous forme liquide et à l'état de glace) qui transite, d'une part, par le détroit du Fram pour longer la côte est du Groenland et, d'autre part, par les trois passages principaux de l'archipel canadien pour aboutir dans l'Atlantique Nord-Ouest. Aucun de ces paramètres n'est facile à quantifier précisément, mais notre connaissance à cet égard s'améliore grâce à l'utilisation de nouveaux outils et techniques qui permettent d'effectuer les mesures nécessaires. Jusqu'à récemment, on n'avait pas été capable de bien quantifier les transports d'eau passant par l'archipel canadien, mais un programme de recherche amorcé en 1998 nous a permis d'élaborer les instruments spéciaux nécessaires à cette fin et d'obtenir une série de six ans de données sur les courants, la salinité et la température dans le détroit de Barrow (figure 1). Ces données ont servi à calculer les transports d'eau douce dans ce détroit et, grâce à la longueur de leur série temporelle, à en quantifier la variabilité saisonnière et interannuelle.

En raison des aspects uniques du milieu océanique polaire, il a fallu concevoir des techniques et des instruments spéciaux pour recueillir les données nécessaires à l'étude. Une des difficultés consistait à mesurer la direction des courants océaniques là où notre proximité au pôle magnétique nord rend inutiles les compas des courantomètres commerciaux, à cause de la faible composante horizontale locale du champ magnétique terrestre. La technique élaborée pour surmonter cette difficulté fait appel à un système de référence de cap précis, qui permet de mesurer l'orienta-

tion d'un profileur de courant Doppler (ACDP) émettant vers le haut et monté sur un module sous-marin de flottaison fuselé (SUB). Le dispositif est illustré à la figure 2. Les SUB sont une technique brevetée conçue par le personnel de l'IOB. Ils assurent l'alignement avec le courant, réduisant ainsi le temps durant lequel le système de référence de cap, qui est un système à grande consommation d'énergie, doit être en fonctionnement pour chaque échantillonnage de cinq minutes réalisé par le profileur de courant. De ce fait, les besoins modestes en batterie permettent de réunir tous les instruments dans une unité autonome facile à manipuler. Plusieurs de ces unités sont utilisées comme dispositifs flottants supérieurs sur certains de nos ancrages sous-marins d'instruments dans le détroit de Barrow (figure 3), et elles fournissent des mesures détaillées de la vitesse et de la direction des courants, ainsi que de la dérive de glace, à un intervalle de profondeur de 75 m. Ces ancrages, ainsi que d'autres, comportent aussi des profileurs CTP, qui servent à mesurer la salinité, la température et la profondeur, alors qu'un autre dispositif de la batterie d'instruments mesure l'épaisseur de la glace. Depuis 2003, un ADCP à grande portée (250 m) est aussi utilisé en un endroit. Le déploiement de cet instrument est illustré à la figure 4.

La glace recouvre les lieux d'ancrage des instruments dix mois sur douze. Les crêtes qui se forment quand cette glace est poussée par les vents et les courants peuvent descendre jusqu'à 20 ou 30 m et balayer toute la zone d'ancrage, ce qui présente un réel danger pour tout équipement placé dans cette couche proche de la surface. C'est pourquoi aucun de nos ancrages d'instruments classiques ne va jusqu'à cette zone de glace à haut risque. Pourtant, c'est dans cette couche proche de la surface qu'on peut s'attendre à trouver l'eau la plus douce, puisqu'elle est plus légère que l'eau salée se trouvant en dessous. Étant donné qu'un des principaux objectifs de l'étude est de déterminer quel est le transport d'eau douce par le détroit, l'IOB a aussi conçu des instruments aptes à effectuer ces mesures de la salinité dans la couche supérieure de l'océan. L'Icycler, illustré à la figure 5, se compose d'un treuil situé dans le flotteur principal d'un ancrage, qui déroule un profileur CTP une fois par jour en utilisant un sonar pour établir à la fois la profondeur de la glace et la distance de déroulement du profileur en toute sécurité. Quand il n'est pas en usage, le profileur CTP est ramené jusqu'au flotteur de manière à être protégé de tout impact de la glace. La figure 5 présente aussi les mesures prises pendant un an par l'Icycler. D'août à la mi-octobre, l'eau se trouvant dans la partie supérieure de la colonne d'eau est plus douce (dans une proportion de 1 à 5 parties par 10^3), qu'à 30 m. L'absence de données sur la couche supérieure à 10 m de la mi-mars à la mi-mai donne à penser qu'une crête de glace s'est formée sur l'ancrage et y est restée jusqu'à la débâcle. Certaines des interruptions dans les données enregistrées plus tôt viennent de ce que les glaces ont été évitées, mais d'autres sont dues au démantèlement des ancrages par les forts courants.

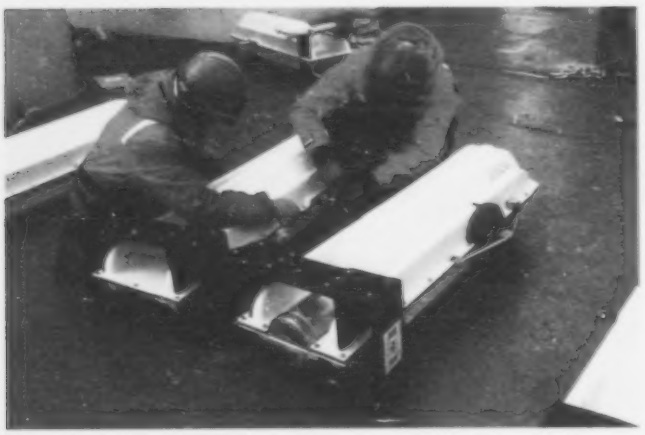


Figure 2. Préparatifs de déploiement d'un ancrage montrant un des modules flottants d'instruments. On voit le profileur de courant Doppler, qui dépasse du haut de l'unité, le compas étant le cylindre argenté monté à l'arrière de celle-ci.

La série de six années de données exhaustives que nous avons recueillie et analysée nous a permis de mesurer les transports d'eau douce par le détroit de Barrow et cela avec plus de certitude qu'il avait été possible d'en obtenir jusqu'à maintenant pour ce qui concerne n'importe laquelle des voies de passage entre les océans Arctique et Atlantique. Nous avons établi que le flux moyen d'eau douce par le détroit de Barrow est de 1 500 km^3/an, ce qui représente environ 20 % de toute l'eau douce évacuée de l'océan Arctique, soit une quantité bien plus importante qu'on l'avait cru jusqu'ici. Comme on pouvait le prévoir, la variabilité saisonnière est élevée, les transports d'eau douce étant plus abondants en été; ce qui est plus intéressant, toutefois, ce sont les différences interannuelles importantes. On constate que le transport d'eau douce peut varier du simple ou double d'une année à l'autre. Il semble donc qu'il faudra une

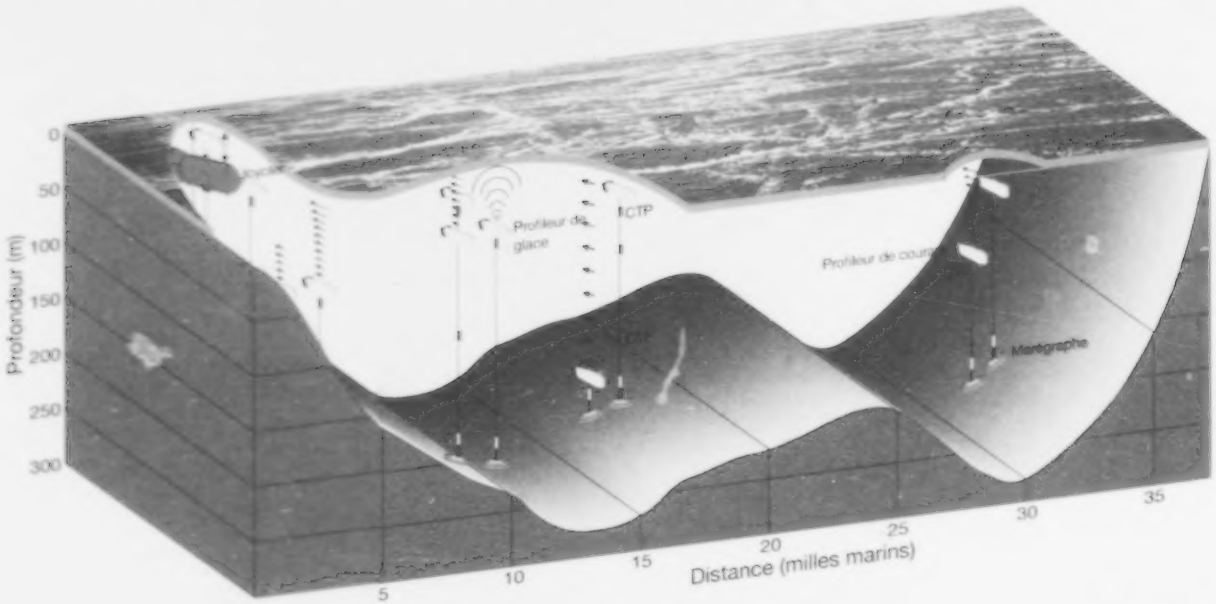


Figure 3. La batterie d'instruments ancrée dans le détroit de Barrow

Mesurer les transports d'eau douce dans l'archipel canadien : la question du changement climatique

Jim Hamilton et Simon Prinsenberg

L'océan Arctique est un océan unique par sa vaste couverture de glace. Il est recouvert sur près de sa moitié d'une couche de glace d'une épaisseur moyenne de trois mètres, et au cours du long hiver que connaît la région la superficie englacée double pratiquement. Certains indices révèlent que la partie pérenne de ce manteau glaciel rétrécit et que les eaux restent libres de glace plus longtemps dans les parties de l'Arctique où s'installe habituellement la couche de glace saisonnière. Ces changements se répercutent sur l'écosystème local et sur les êtres qui en dépendent. De plus, comme la couverture de glace isole l'atmosphère de l'océan et renvoie les rayons solaires dans l'espace avec un effet calorique minime, on craint qu'une diminution de cette couverture puisse accélérer le réchauffement régional et se traduire par une fonte encore plus grande, non seulement de la glace marine, mais aussi de certains des vastes glaciers du Groenland et de l'archipel canadien. Il en résulterait un apport d'eau douce de ces deux sources, qui pourrait avoir des incidences importantes et de grande portée. Tous les océans du monde sont reliés par des régimes de circulation planétaire, qui redistribuent la chaleur et le sel et qui ont par conséquent une grande incidence sur le climat. Dans la partie supérieure de l'océan Atlantique, les eaux chaudes et salées qui se déplacent vers le nord depuis l'équateur s'alourdissent au fur et à mesure qu'elles sont refroidies par l'air de l'Arctique et s'enfoncent dans les profondeurs, où elles induisent un courant de retour vers le sud. Un plus grand transfert de cette eau douce et légère de l'Arctique aux eaux de surface de l'Atlantique Nord pourrait nuire à ce processus de convection et modifier le régime de circulation océanique à grande échelle.

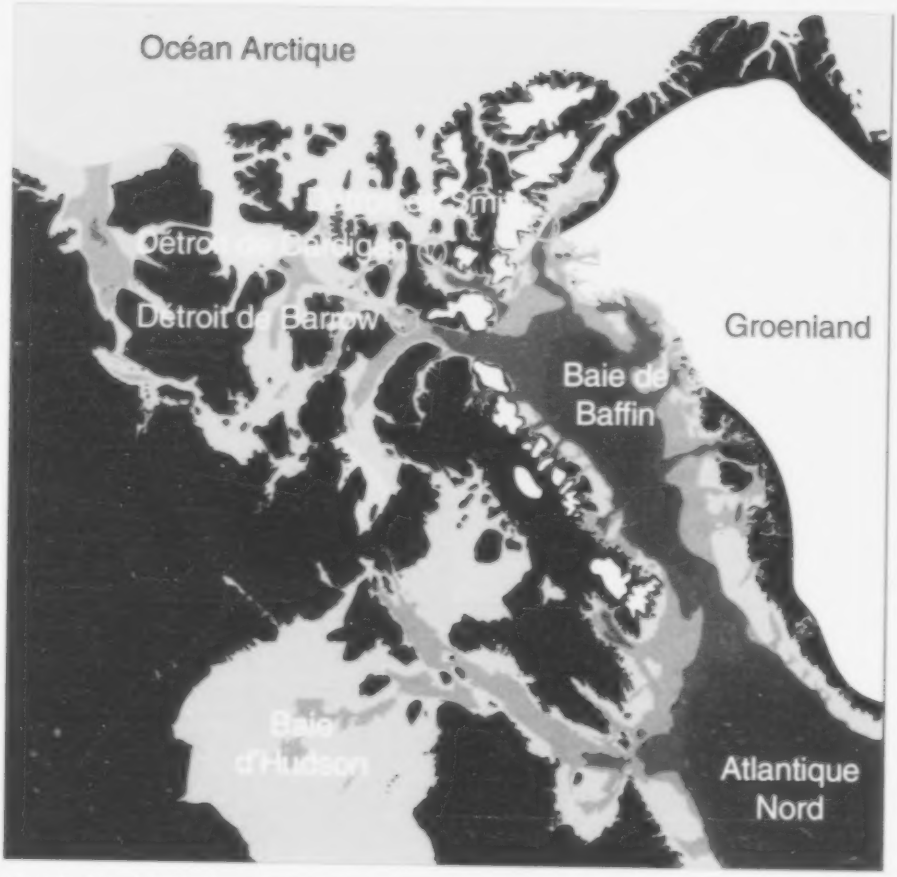


Figure 1 Carte de l'archipel canadien et des eaux avoisinantes montrant les voies de passage qui relient l'océan Arctique à l'océan Atlantique, y compris le site d'étude dans le détroit de Barrow. Les glaces marines pérennes sont représentées en vert foncé et les glaciers en vert clair.

Pour comprendre comment l'océan Arctique réagit au réchauffement de la planète, il est nécessaire de connaître ses nombreuses composantes et leurs interactions. Étant donné l'effet possible d'une fonte accrue sur la circulation océanique planétaire, le cycle de l'eau douce dans l'Arctique est un grand sujet de préoccupation. Les principaux apports d'eau douce nouvelle dans l'océan Arctique viennent du ruissellement fluvial, de l'afflux d'eaux légèrement plus douces du Pacifique par le détroit de Béring et des précipitations. Ces apports sont contrebalancés par l'évacuation de l'eau douce (sous forme liquide et à l'état de glace) qui transite, d'une part, par le détroit du Fram pour longer la côte est du Groenland et, d'autre part, par les trois passages principaux de l'archipel canadien pour aboutir dans l'Atlantique Nord-Ouest. Aucun de ces paramètres n'est facile à quantifier précisément, mais notre connaissance à cet égard s'améliore grâce à l'utilisation de nouveaux outils et techniques qui permettent d'effectuer les mesures nécessaires. Jusqu'à récemment, on n'avait pas été capable de bien quantifier les transports d'eau passant par l'archipel canadien, mais un programme de recherche amorcé en 1998 nous a permis d'élaborer les instruments spéciaux nécessaires à cette fin et d'obtenir une série de six ans de données sur les courants, la salinité et la température dans le détroit de Barrow (figure 1). Ces données ont servi à calculer les transports d'eau douce dans ce détroit et, grâce à la longueur de leur série temporelle, à en quantifier la variabilité saisonnière et interannuelle.

En raison des aspects uniques du milieu océanique polaire, il a fallu concevoir des techniques et des instruments spéciaux pour recueillir les données nécessaires à l'étude. Une des difficultés consistait à mesurer la direction des courants océaniques à cet endroit proche du pôle magnétique nord tout en tenant compte des courants marins connus, à cause de la faible composante horizontale locale du champ magnétique terrestre. La technique élaborée pour surmonter cette difficulté fait appel à un système de référence de cap précis, qui permet de mesurer l'orienta-

Figure 2 Preparatifs de déploiement d'un ancrage montrant un des modules flottants d'instruments. On voit le profileur de courant Doppler, qui dépasse du haut de l'unité, le compas étant le cylindre argenté monté à l'arrière de celle-ci.

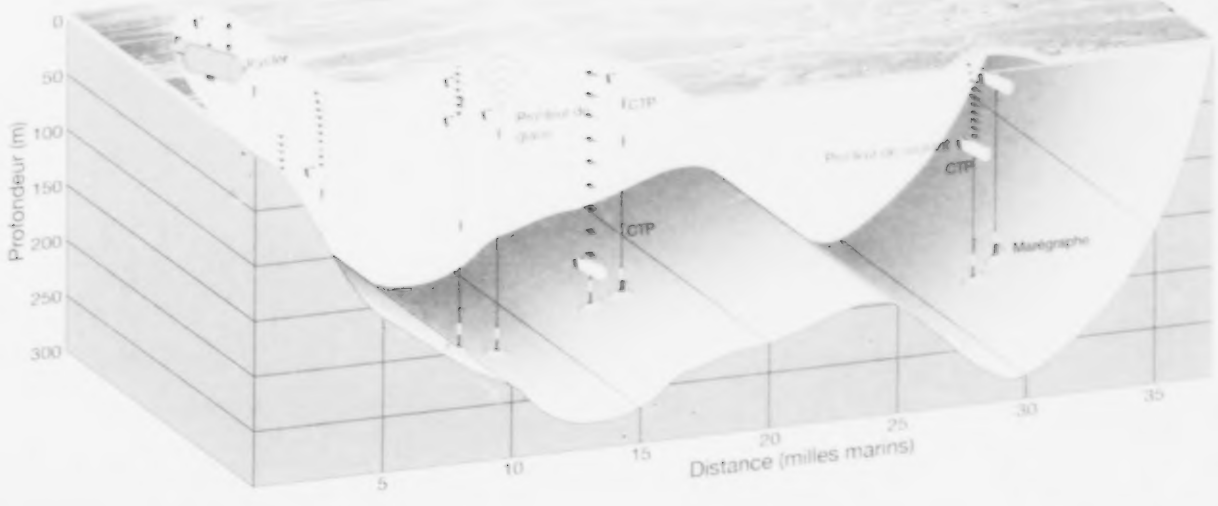


Figure 3 La batterie d'instruments ancrée dans le détroit de Barrow.

Figure 4. Déploiement d'un ancrage d'instruments

Figure 6. Récupération d'un ancrage d'instruments

Figure 7. Partie de l'équipe ayant procédé à l'étude dans le détroit de Barrow, à partir de l'arrière : le manoeuvrier Gilles Gaudet et le matelot Eric Frenette, NGCC Des Groseilliers, Murray Scotney et Brian Beanlands, IOB

série chronologique plus longue que celle que nous avons établie jusqu'ici pour être capable de déceler une tendance engendrée par la fonte de la calotte glaciaire. Mais on étudie maintenant les corrélations possibles entre la variabilité interannuelle observée dans le détroit de Barrow et d'autres composantes du système climatique arctique. Les régimes atmosphériques à variation lente influent grandement sur les conditions météorologiques de la région et déclenchent vraisemblablement aussi des réactions de l'océan. En trouvant les liens entre les différentes composantes de cette association complexe, nous serons mieux en mesure de déterminer comment cette partie sensible du monde réagira au changement climatique, et comment les changements qui s'y produiront se répercuteront sur les systèmes océaniques et climatiques planétaires.

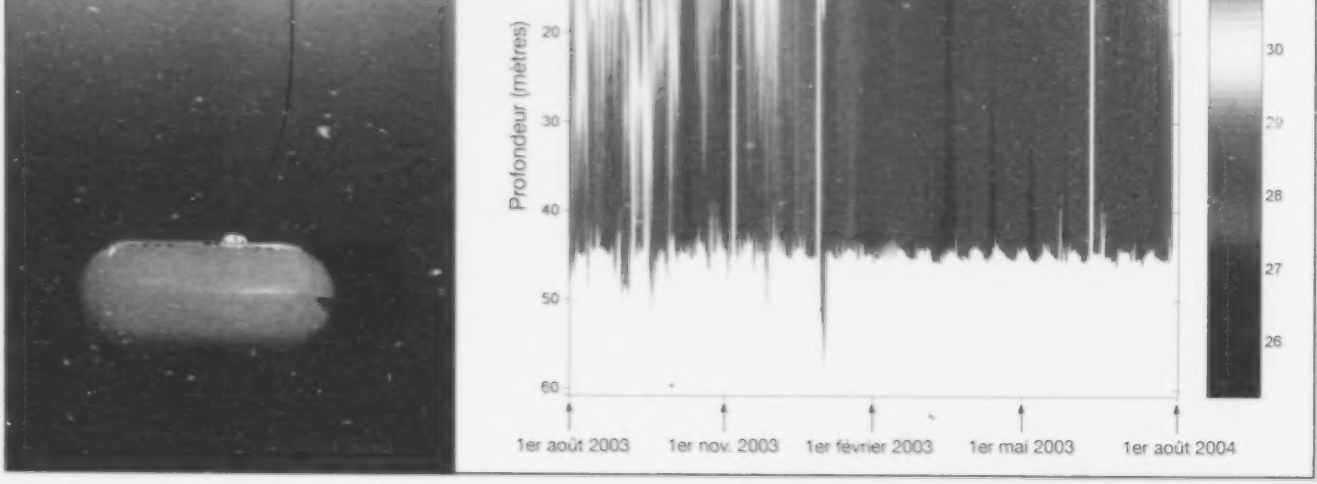


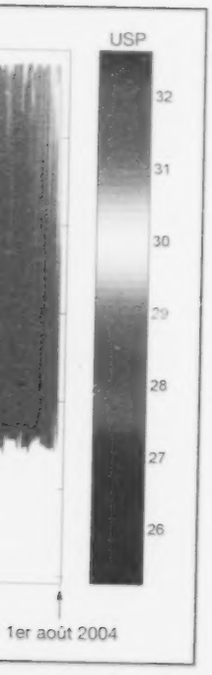
Figure 5. Le profileur Icycler et une série annuelle de données sur la salinité enregistrée par le prototype en 2003-2004

Le pont-chaussée de la Petitcodiac : quelle a été l'erreur?

Tim Milligan, Gary Bugden, Kristian Curran, Brent Law et Murray Scotney

e détroit de Barrow; à partir Frenette, NGCC Des

isemblablement aussi des
entre les différentes
serons mieux en mesure
monde réagira au change-
s qui s'y produiront se
atiques planétaires.



En juin 1948, le Parlement du Canada adopta une loi créant l'Administration de l'assainissement des terrains marécageux des provinces Maritimes (AATMPM). Cette administration s'engagea alors dans plusieurs grands travaux de construction, destinés à protéger les terres endiguées de la région. Installée à Amherst et dotée d'un effectif de 70 employés, l'AATMPM entreprit d'appliquer des techniques de génie modernes aux problèmes traditionnels d'aménagement et d'entretien des terres endiguées. Les excavateurs à pelle traînante et les pelles mécaniques remplacèrent la bêche à endiguer et les animaux de trait. Dans les 20 ans suivants, l'AATMPM allait voir à la protection de 18 000 hectares de terres agricoles intercotidales en Nouvelle-Écosse et de 15 000 hectares de ces terres au Nouveau-Brunswick, construisant ce faisant 173 kilomètres de digues.

La construction de grands barrages antimarée dans les rivières Shepody, Annapolis, Avon, Tantramar, Petitcodiac et Memramcook a été considérée comme une des grandes réalisations de l'AATMPM. Ces aboiteaux géants de béton et d'acier, qui à la fin des années 1960 et au début des années 1970 étaient tous en place, avaient pour but d'empêcher les marées d'inonder les terres marécageuses situées en amont et d'éviter ainsi d'avoir à construire des kilomètres de digues et de plus petits aboiteaux. En même temps, les ponts-chaussées représentaient une solution de rechange économique aux ponts coûteux. Malheureusement, aussi avantageux pouvaient-ils être, ces ouvrages n'étaient pas dépourvus d'inconvénients.

Figure 1. Le pont-chaussée de la Petitcodiac en cours de construction : à gauche, l'aval de la rivière. La vasière grandit au même rythme que progresse la construction du pont-chaussée.

Les ponts-chaussées des rivières Avon, à Windsor (N.-É.) et Petitcodiac, à Moncton (N.-B.) ont eu des effets très néfastes en aval, où l'interruption du courant de marée a abouti à des taux de sédimentation tels que de nouvelles vasières se sont créées aussi rapidement qu'avançait la construction de ces ponts-chaussées. Dans les deux cas, l'étendue et la vitesse de formation des vasières étaient inattendues. À Moncton, on avait reculé l'emplacement du pont-chaussée vers l'intérieur, de manière à ne pas gêner la navigation maritime vers la ville. Or, dans l'année qui suivit la construction de ce pont-chaussée, l'aire transversale de la Petitcodiac à Moncton se rétrécit, dans une proportion atteignant 80 %, tandis que toute la rivière commença à se remplir de sédiments. La création du pont-chaussée a aussi restreint le passage du poisson dans la rivière, ce qui a abouti à la disparition de certaines espèces et à un déclin important de certaines autres dans cette rivière.

Les scientifiques de la Division de l'étude du milieu marin et de la Division des sciences océanologiques à l'IOB ont eu à se pencher sur le cas de la Petitcodiac, dans le cadre d'une évaluation environnementale portant sur les modifications à apporter au pont-chaussée pour permettre la libre circulation du poisson dans la rivière. Au début du processus d'évaluation, lors d'un atelier destiné à examiner l'utilité de la modélisation informatique pour l'évaluation, on s'est rapidement aperçu que les données de référence concernant le réseau hydrographique de la Petitcodiac étaient rares, voire inexistantes, et qu'une bonne partie de la discussion sur l'hydrodynamique et sur la dynamique des sédiments relevait de la spéculation. On a donc entrepris au début du printemps 2002 un programme de recherche pour mieux comprendre le réseau hydrographique de la Petitcodiac.

La partie supérieure de la baie de Fundy a des marées qui sont parmi les plus grandes du monde. Les concentrations de sédiments en suspension qu'on y trouve sont également certaines des plus fortes du monde. Dans la Petitcodiac, les concentrations de sédiments sont régulièrement supérieures à 10 kg m^{-3} et elles peuvent atteindre 400 kg m^{-3} à proximité de phénomènes comme le mascaret. (Les concentrations normales de

sédiments en suspension dans les eaux côtières sont de l'ordre de 0,001 à 0,01 kg m^{-3}.) Après la construction du pont-chaussée de la Petitcodiac, ces conditions inhabituelles se sont conjuguées pour modifier de fond en comble l'environnement.

La façon la plus simple d'estimer les effets à grande échelle d'un ouvrage de génie civil dans une rivière ou un estuaire est de considérer une section transversale par laquelle transite un volume d'eau. L'eau qui s'écoule dans un chenal exercera sur le fond une contrainte de cisaillement proportionnelle à la vitesse du courant. L'érosion et le dépôt de sédiments dans un estuaire varient selon l'importance de cette contrainte de cisaillement. Un chenal est en état d'équilibre quand il n'y a aucun changement à long terme de la superficie d'une section tranversale de ce chenal, c'est-à-dire quand l'érosion et le dépôt de sédiments sont en équilibre. Si le volume d'eau qui transite par cette section transversale diminue, par exemple en raison de l'insertion d'un pont-chaussée, il faudra pour maintenir la même vitesse de courant, et partant la contrainte de cisaillement, réduire la superficie de la section transversale. Or, une réduction du débit se traduit par une moindre capacité à remettre en suspension les sédiments, ce qui entraîne une sédimentation du chenal jusqu'à ce que la vitesse du courant augmente et que la contrainte de cisaillement sur le fond soit à nouveau en équilibre avec les sédiments.

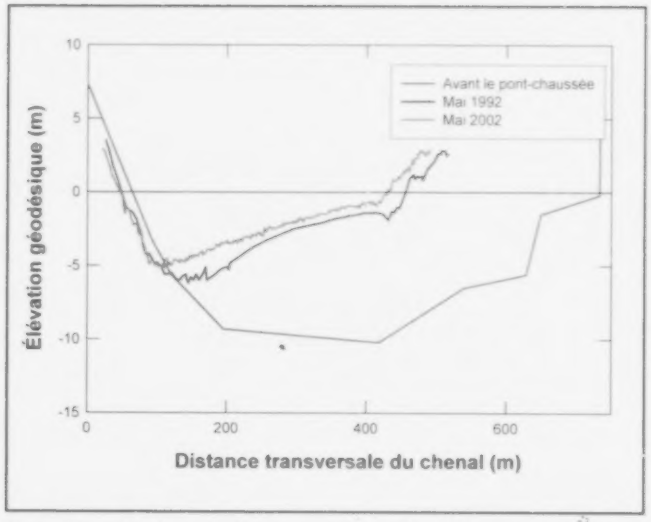


Figure 2. Les profils des profondeurs transversales du chenal d'après une section située à 1,5 km en aval du pont-chaussée reflètent la baisse constante de la superficie transversale du chenal depuis la construction du pont-chaussée.

Figure 3. Échantillon de sédiments prélevé durant la construction du pont-chaussée; y apparaissent les couches déposées à chaque marée.

Dans le cas de la Petitcodiac, le débit est dominé par le prisme de marée (volume d'eau qui passe par la section transversale à chaque marée). On peut estimer la vitesse caractéristique du courant de marée dans une section transversale d'estuaire en utilisant seulement la géométrie de l'estuaire et des données sur la période et l'amplitude de la marée. Les vitesses de courant caractéristiques calculées pour plusieurs sections transversales de la Petitcodiac d'après les valeurs de paramètres se rapportant à la fois à la période antérieure à la construction du pont-chaussée et à la période postérieure à la construction de cet ouvrage ont révélé deux choses. Premièrement, que les vitesses du courant étaient considérablement plus élevées avant la construction du pont-chaussée et, deuxièmement, que, malgré le rétrécissement important de la largeur des sections transversales depuis cette construction, les vitesses de courant calculées n'ont encore pas retrouvé leurs valeurs d'avant la construction. Cela donne à entendre que la contrainte de cisaillement sur le fond n'a pas encore atteint ses valeurs d'équilibre, même après plus de trente ans. Comme le laissait prévoir le modèle simple décrit ci-dessus, les sections transversales du chenal mesurées en 1992 et 2002 révèlent que les sédiments s'accumulent toujours à plus de 15 km en aval du pont-chaussée (figure 2). Rien n'indique que pareil calcul, aussi simple soit-il, ait été fait avant la construction du pont-chaussée de la Petitcodiac. Apparemment, les débits postérieurs à la construction ont été jugés suffisants pour remettre en suspension tout dépôt de sédiments. On ne s'attendait pas à ce que la navigation vers le port de Moncton soit touchée.

Il semble aussi qu'on n'ait pas tenu compte d'un autre facteur important. Aux concentrations extrêmes de sédiments en suspension qu'on rencontre dans la Petitcodiac, les particules de ces sédiments s'unissent très rapidement pour former des agrégats ou « flocs ». Ces flocs ont des vitesses de sédimentation beaucoup plus élevées que les particules non agglomérées. Or, ces fortes vitesses de sédimentation des flocs, de l'ordre de 10 mètres à l'heure, permettent à la plupart des matières en suspension de s'accumuler au fond pendant l'étale de la marée. Des études récentes réalisées sur le plateau amazonien, dans la rivière Eel en Californie et dans le Pô en Italie révèlent que dans les zones à très fortes concentrations de vase, les sédiments peuvent s'accumuler au fond et résister à la remise en suspension, même à de grandes vitesses du courant. Si ces sédiments sont abondants, leurs accumulations près du lit du cours d'eau peuvent atteindre une hauteur suffisante pour supprimer la turbulence. En laboratoire, on a observé jusqu'à 60 % de diminution de la

Figure 4. Vue de l'aval de la rivière depuis le pont-chaussée un an après la fin de la construction. On y voit les nouvelles grandes vasières qui se sont formées.

Le mascaret à Moncton en hiver.

turbulence des suspensions riches en sédiments. Quand la turbulence disparaît, les sédiments sont emprisonnés près du fond, où ils forment une épaisse boue liquide. La différence réelle de densité entre cette boue liquide et l'eau qui la recouvre peut réduire suffisamment la turbulence pour empêcher la remise en suspension des sédiments.

Dans le cas de la Petitcodiac, la baie de Fundy l'alimente constamment en sédiments, transportés vers l'amont par la marée. En raison de la diminution du débit occasionnée par la construction du pont-chaussée, une plus grande quantité de sédiments se déposerait pendant l'étale de la marée. La présence de plus grandes concentrations de sédiments lors de la remise en suspension a accéléré la floculation, ce qui a provoqué ensuite une plus grande sédimentation lors de l'étale de la marée. Très rapidement, les concentrations de sédiments près du lit ont atteint le point où l'épaisse boue liquide a stabilisé la colonne d'eau, empêchant la remise en suspension par les courants de marée. Cela a abouti au dépôt d'une couche de sédiments atteignant jusqu'à 2 cm près du pont-chaussée à chaque marée (figure 3). En un an, la Petitcodiac s'est ainsi envasée sur plusieurs kilomètres. (figure 4).

Le manque d'appréciation à la fois de la dynamique complexe des sédiments et de l'importance du maintien d'une vitesse de courant cruciale semble être la cause de la sous-estimation des incidences environnementales du pont-chaussée. Le principal objectif visé par l'AATMPM dans la construction du pont-chaussée était la création de terres agricoles dans les marais « assainis ». On semble avoir négligé d'envisager les effets de cette construction sur les composantes interdépendantes de l'écosystème de la Petitcodiac. Les problèmes rencontrés après la construction, qui persistent aujourd'hui, démontrent clairement les dangers qu'il y a à manipuler isolément un segment d'un écosystème naturel. Beaucoup comprennent maintenant que les activités anthropiques ayant lieu dans des écosystèmes côtiers risquent d'avoir des effets durables importants. Un bon nombre de ces activités sont susceptibles d'engendrer des effets non linéaires ou effets de seuil, si bien que de petits changements dans une partie de l'écosystème peuvent avoir des répercussions imprévues ailleurs. Cela rend les prévisions difficiles et incertaines.

Pour revenir à notre titre et déterminer quelle a été l'erreur, il semble qu'on ait manqué à l'époque de connaissances scientifiques solides et de jugement. Les recherches scientifiques et les travaux de gestion de l'océan qui sont en cours actuellement à l'IOB visent l'utilisation durable des ressources naturelles par une meilleure intégration des considérations écologiques aux méthodes de gestion. La gestion intégrée de la zone côtière et la gestion écosystémique sont deux formes de gestion dans lesquelles les parties concernées et les organismes de réglementation s'entendent de façon générale sur la meilleure combinaison de mesures destinées à répondre aux besoins de la conservation, de l'utilisation durable des ressources et du développement économique. La gestion écosystémique cherche à déterminer quelles sont les interactions et phénomènes écologiques nécessaires pour maintenir la composition, la structure et la fonction de l'écosystème en régime d'exploitation. On sait que dans ces deux concepts de gestion, une solide base scientifique est nécessaire pour que les décisions de gestion soient éclairées. Si la gestion intégrée de la zone côtière ou la gestion écosystémique avaient existé à l'époque de l'AATMPM, les problèmes causés par le pont-chaussée auraient pu être anticipés et évités. En intégrant science et gestion, nous espérons éviter un autre scénario comme celui de la Petitcodiac.

Recherche de l'IOB en partenariat

Avoir les plus grandes marées du monde : à qui l'honneur?

Charles T. O'Reilly (Service hydrographique du Canada [SHC], IOB), Ron Solvason (SHC, Centre canadien des eaux intérieures, Burlington) et Christian Solomon (SHC, IOB)

Les régions où on trouve des marées de forte amplitude et les grands courants connexes ont toujours suscité de l'intérêt, pour diverses raisons comme l'énergie marémotrice, le tourisme, la navigation, la richesse de l'habitat de la vaste zone intertidale et la nécessité d'organiser en conséquence les activités quotidiennes dans la zone côtière. On a cru longtemps que les « plus grandes marées du monde » se produisaient au cap Burncoat, dans l'arrière-bassin des Mines de la baie de Fundy. Depuis plusieurs décennies, un bon nombre de gens pensent toutefois que les marées de la baie d'Ungava ont une amplitude égale, voire supérieure, aux marées records de la baie de Fundy. Les médias ont entretenu la polémique, qui n'a pas été résolue faute de mesures suffisantes concernant les deux baies. Toutefois, depuis 1998, de nouvelles observations ont été réalisées aux deux endroits au moyen d'instruments modernes. Le SHC a terminé l'analyse des nouvelles données sur les marées enregistrées à la pointe Ginger, dans le bassin Leaf de la baie d'Ungava. Afin de résoudre la question, on compare ces données à celles qui ont été recueillies anciennement et plus récemment au cap Burncoat et dans la baie Cobequid.

Les marées océaniques sont des oscillations harmoniques de la surface de la mer causées par la force d'attraction gravitationnelle entre le soleil, la terre et la lune (Forrester). Ces oscillations sont modulées par les éléments suivants :

- **L'alignement relatif du soleil, de la terre et de la lune**
  – les phases de pleine lune et de nouvelle lune produisent des marées maximales ou « marées de vives-eaux » ; quand la lune est en quadrature (premier et dernier quartiers), les forces d'attraction se contrarient et il se produit alors un désalignement qui se manifeste par des marées d'amplitude minimale ou « marées de mortes-eaux » ; ce régime de marées de vives-eaux et de marées de mortes-eaux se répète deux fois par mois;

- **La distance de la terre à la lune**
  La force d'attraction gravitationnelle est accrue lorsque dans son orbite elliptique la lune est à son plus proche (périgée) et elle est moindre lorsque la lune est à son point le plus éloigné (apogée);

- **La distance de la terre au soleil**
  une variation semblable se produit au périhélie (point le plus voisin) et à l'aphélie (point le plus éloigné) de l'orbite solaire, mais elle a bien moins d'influence que la variation de la force d'attraction terre lune, en raison de la plus grande distance de l'orbite solaire;

- **La déclinaison solaire/lunaire**

Figure 1. Bassin des Mines, baie de Fundy – marées de printemps. Heure d'Halifax et hauteur en mètres

Figure 2. Bassin Leaf, baie d'Ungava

Recherche de l'IOB en partenariat

Avoir les plus grandes marées du monde : à qui l'honneur?

Charles T. O'Reilly (Service hydrographique du Canada [SHC], IOB), Ron Solvason (SHC, Centre canadien des eaux intérieures, Burlington) et Christian Solomon (SHC, IOB)

Les régions où on trouve des marées de forte amplitude et les grands courants connexes ont toujours suscité de l'intérêt, pour diverses raisons comme l'énergie marémotrice, le tourisme, la navigation, la richesse de l'habitat de la vaste zone intertidale et la nécessité d'organiser en conséquence les activités quotidiennes dans la zone côtière. On a cru longtemps que les « plus grandes marées du monde » se produisaient au cap Burncoat, dans l'arrière-bassin des Mines de la baie de Fundy. Depuis plusieurs décennies, un bon nombre de gens pensent toutefois que les marées de la baie d'Ungava ont une amplitude égale, voire supérieure, aux marées records de la baie de Fundy. Les médias ont entretenu la polémique, qui n'a pas été résolue faute de mesures suffisantes concernant les deux baies. Toutefois, depuis 1998, de nouvelles observations ont été réalisées aux deux endroits au moyen d'instruments modernes. Le SHC a terminé l'analyse des nouvelles données sur les marées enregistrées à la pointe Gauge, dans le bassin Lead de la baie d'Ungava. Afin de résoudre la question, on compare ces données à celles qui ont été recueillies anciennement et plus récemment au cap Burntcoat et dans la baie Cobequid.

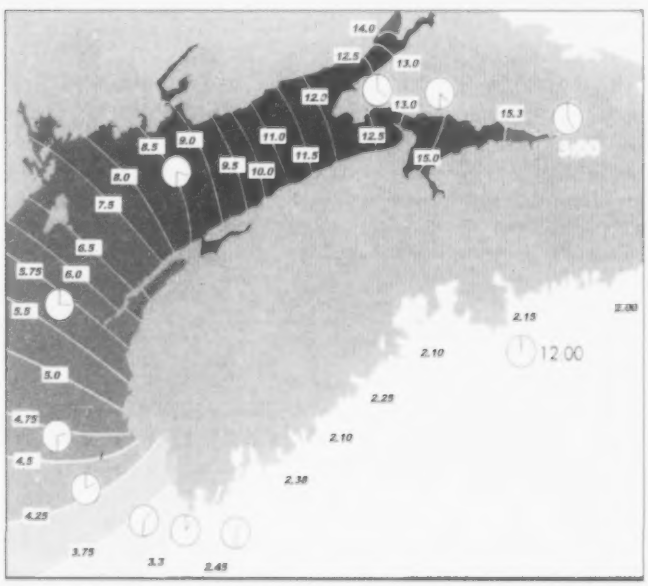


Figure 1. Bassin des Mines, baie de Fundy : marées de printemps. Heure d'Halifax et hauteur en mètres

Les marées océaniques sont des oscillations harmoniques de la surface de la mer causées par la force d'attraction gravitationnelle entre le soleil, la terre et la lune (Forrester). Ces oscillations sont modulées par les éléments suivants :

- **L'alignement relatif du soleil, de la terre et de la lune**
  - les phases de pleine lune et de nouvelle lune produisent des marées maximales ou « marées de vives-eaux »; quand la lune est en quadrature (premier et dernier quartiers), les forces d'attraction se contrarient et il se produit alors un désalignement qui se manifeste par des marées d'amplitude minimale ou « marées de mortes-eaux »;
  - ce régime de marées de vives-eaux et de marées de mortes-eaux se répète deux fois par mois;
- **La distance de la terre à la lune**
  La force d'attraction gravitationnelle est accrue lorsque dans son orbite elliptique la lune est à son plus proche (périgée) et elle est moindre lorsque la lune est à son point le plus éloigné (apogée);
- **La distance de la terre au soleil**
  une variation semblable se produit au périhélie (point le plus voisin) et à l'aphélie (point le plus éloigné) de l'orbite solaire, mais elle a bien moins d'influence que la variation de la force d'attraction terre lune, en raison de la plus grande distance de l'orbite solaire;
- **La déclinaison solaire/lunaire**

Figure 2. Bassin Leaf, baie d'Ungava

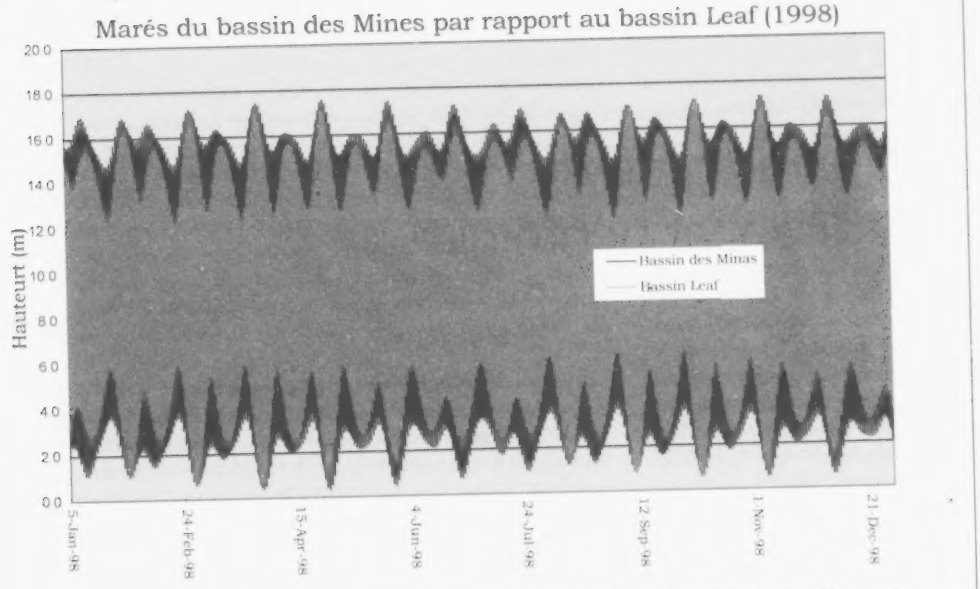


Figure 3. Prévisions annuelles lors des marées astronomiques maximale et minimale

- **La déclinaison solaire/lunaire**
  La déclinaison de la lune, quand celle-ci se trouve au-dessus ou en dessous du plan de l'équateur, induit des marées diurnes inégales. Quand la lune est sur le plan de l'équateur, les hauteurs des marées diurnes tendent à être égales;

- **La précession du plan de l'orbite lunaire et de l'écliptique sur un cycle de 18,6 ans**
  La variation pluriannuelle des extrêmes annuels des marées occ sionnée par cette précession est habituellement inférieure à 0,1 ou 0,2 m, mais elle peut dépasser 0,5 m dans les régions de marée extrêmes.

On a besoin d'au moins 200 jours d'observation pour estimer précisément l'amplitude extrême des marées. Au début des années 1950, des observations réalisées dans la baie d'Ungava révélaient l'existence de très grandes marées, de plus de 50 pieds (15,2 mètres), mais comme les données obtenues étaient de très basse qualité, non corroborées et rares, elles ne permettaient pas une analyse adéquate des composantes harmoniques. Pour ce qui est des marées de la baie de Fundy, elles ont été mesurées plus fréquemment, mais de manière inadéquate dans la plupart des endroits et seulement pour de très courtes périodes. Exceptionnellement, toutefois, des observations à long terme ont été réalisées à Saint John (Nouveau-Brunswick) et elles révèlent que la hauteur des marées augmente dans une mesure atteignant quelques décimètres par siècle. Cela est compatible avec les indices géologiques révélant que dans les tout derniers millénaires les marées de la baie de Fundy sont passées d'une amplitude normale de marées côtières à leur amplitude actuelle, qui continue d'augmenter. (Amos et al, 2004).

MÉTHODOLOGIE

Pour déterminer quelle est la plus grande amplitude des marées, on n'a tenu compte que du mouvement de marée pur sur 19 ans, excluant donc les influences barométriques ou celles du vent et d'autres phénomènes externes. L'autre critère a été de retenir le marnage, soit la différence de niveau entre une basse mer et une pleine mer consécutives, plutôt que la différence entre la plus haute marée d'un cycle et la plus basse marée d'un autre cycle.

Dans les deux baies, on a utilisé comme instruments de mesure des limnigraphes AAND submersibles. Ces instruments utilisent des capteurs de haute précision (cristaux de quartz à mouvement oscillatoire) pour mesurer les pressions hydrostatiques totales et les températures de l'eau, qui sont enregistrées à intervalles réguliers. On convertit les pressions en hauteurs d'eau équivalentes en appliquant divers facteurs pour tenir compte de la température et de la salinité de l'eau ainsi que de la gravité locale. Ces instruments nous donnent une excellente mesure de la contribution des marées au changement dans la hauteur de l'eau. En s'y appliquant, on peut obtenir des mesures d'une précision de quelques centimètres dans les régions de hautes marées.

La figure 3 présente une superposition des prévisions de marées dans les eaux des deux baies en 1998. Cette année-là, on a connu la marée astronomique maximale et la marée astronomique minimale (HAT et LAT) des 18,6 ans de précession du plan de l'orbite lunaire et de l'écliptique. Il ressort de ces prévisions que le bassin des Mines connaît en moyenne des amplitudes de marée plus grandes, mais que dans les conditions extrêmes, les marées des deux baies sont comparables.

CONCLUSIONS

- Dans les deux baies on a mesuré des marées sensiblement plus grandes que dans le reste du monde.
- Les valeurs extrêmes ne sont que des estimations.
- Aucune mesure n'a été effectuée dans l'une ou l'autre de ces baies pendant les marées maximales extrêmes (les prochaines surviendront en 2014).
- La polémique est surtout à caractère touristique; il s'agit d'un « droit de vantardise ».
- Pour trancher la question, il faudrait entreprendre des études de terrain très coûteuses. Or, quels qu'en soient les résultats, la vérité risque de ne jamais être totalement acceptée.

Les résultats de l'analyse des données de la baie d'Ungava indiquent que l'amplitude maximale prévue de la marée est de 16,8 mètres sur une période de 19 ans (1998-2016). L'amplitude maximale prévue pour la même période dans le bassin des Mines est de 17,0 mètres. On a évalué que l'exactitude aux deux sites était de plus ou moins 0,4 mètre (intervalle de confiance de 95 %). Étant donné que les calculs concernant les deux baies donnent sensiblement les mêmes résultats, à l'intérieur de la marge d'erreur, on considère qu'il y a « match nul » et que les deux baies peuvent se targuer officiellement d'avoir les « plus grandes marées du monde ».

BIBLIOGRAPHIE

Forrester, Warren D. (1983). ***Manuel canadien des marées***, Service hydrographique du Canada, gouvernement du Canada, Pêches et Océans, Direction des sciences et des publications, Ottawa.

Amos, C.L., J. Shaw and C. O'Reilly. ***Onset of world's largest tides, Bay of Fundy, Canada***. Rapport de recherché interne, 2004 (disponible des auteurs).

Vers un nouveau paradigme de représentation de l'habitat benthique

Vladimir Kostylev

Jusqu'à récemment, notre connaissance du fond marin était essentiellement fragmentée et forgée à partir d'éléments d'information ponctuels glanés ici et là au fil du temps, qui consistaient en des échantillons prélevés au hasard par des scientifiques poursuivant des objectifs différents et, plus rarement, en des observations photo ou vidéo. La plupart des études théoriques et expérimentales en écologie marine étaient effectuées dans des zones intertidales ou subtidales peu profondes, facilement accessibles, alors que les études écologiques du plancher océanique profond n'étaient que descriptives. Or, malgré notre connaissance incomplète des écosystèmes d'eau profonde, nous avons constaté que la société humaine, par ses activités de pêche, d'exploitation minière et d'exploration des hydrocarbures, laisse son empreinte sur le fond marin. Ses effets nuisibles sont très prononcés sur les plateaux continentaux et à des profondeurs aquatiques de moins de 300 m.

Notre défi consiste à équilibrer l'exploitation des ressources naturelles par les humains et la préservation des ressources, vivantes ou non, du fond marin. C'est un objectif difficile d'atteindre sans avoir une représentation complète du fond marin et sans mieux comprendre les phénomènes écologiques qui s'y produisent. Par opposition aux gestionnaires de milieux terrestres, chez qui le processus décisionnel peut s'appuyer sur l'imagerie satellitaire ou sur des photos ainsi que sur de longs antécédents en matière d'études écologiques, les gestionnaires du fond marin doivent eux faire face à deux problèmes majeurs : les lacunes technologiques et les lacunes théoriques.

Tout au long de la dernière décennie, de grands progrès technologiques ont été accomplis dans la représentation acoustique du fond marin, grâce à des sonars multifaisceaux à haute résolution, qui produisent des représentations géoréférencées et en trois dimensions de la morphologie du fond marin. L'analyse du signal acoustique produit par un sonar multifaisceaux nous permet de déterminer par déduction les propriétés des sédiments; de plus, utilisée de concert avec d'autres instruments de géophysique et complétée par un échantillonnage géologique, cette technologie sert à produire des cartes très précises de la morphologie et de la texture du fond marin. Ces nouvelles représentations du fond marin ont fait progresser notre connaissance de sa structure et de sa dynamique, et donné naissance à de nouvelles théories et hypothèses. Les nouvelles technologies sont particulièrement profitables à l'écologie benthique. Les techniques de représentation à haute résolution de l'habitat ont été appliquées par Ressources naturelles Canada dans le golfe du Maine – sur le banc Georges, sur le banc de Brown et sur le banc German – et leurs résultats ont permis de mieux comprendre l'écologie du fond marin, et, partant, d'optimiser les stratégies de pêche sur ces bancs. Malheureusement, seule une toute petite partie de notre plateau continental fait actuellement l'objet de représentations à haute résolution.

Les lacunes théoriques dans notre connaissance des écosystèmes viennent de la diversité, d'une part, des besoins de la recherche et, d'autre part, des intérêts des groupes de scientifiques dans l'étude des océans. Jusqu'à récemment, notre connaissance n'avait pas été assimilée ou intégrée dans un cadre valable sur le plan écologique et elle n'avait pas été présentée de manière utile aux gestionnaires du fond marin et aux personnes qui prennent des décisions dans ce domaine.

Il y a trois ans, le MPO, RNCan et des scientifiques universitaires ont discuté de la possibilité d'établir une classification des habitats benthiques du plateau néo-écossais fondée sur divers paramètres physiques. Dans ce contexte interdisciplinaire de représentation de l'habitat, nous avons soulevé les questions essentielles suivantes :

> Quelles parties du fond marin sont-elles les plus sensibles aux effets anthropiques?
>
> Comment équilibrer l'exploration des ressources et la pêche avec les services écosystémiques disponibles?

On a répondu à ces questions par une représentation et une caractérisation détaillées du plancher océanique, fondées sur nos connaissances actuelles des régimes et phénomènes biologiques, géologiques et océanographiques ayant cours sur le plateau néo-écossais.

La cadre écologique de la classification de l'habitat du plateau néo-écossais tenait compte des effets de son milieu physique sur les caractéristiques du cycle vital des espèces benthiques. La connaissance des cycles biologiques est importante pour la gestion du fond marin, eu égard aux probabilités de rétablissement des populations après un phénomène

destructeur. Les caractéristiques de toute espèce benthique, comme la longévité, la période de maturation sexuelle, la fréquence de reproduction, la capacité de recolonisation des substrats et la période où survient les phases cruciales du cycle biologique devraient toutes être prises en compte avant qu'une perturbation quelconque soit imposée à cette espèce. Par exemple, les populations des espèces à grande longévité sont plus vulnérables, parce que leur remplacement est plus lent; si les perturbations subies par ces populations surviennent à une fréquence supérieure à celle du cycle de maturation sexuelle ou de reproduction, il est peu probable que la population pourra s'en remettre. Les risques pour les populations augmentent également si les conditions d'habitat nécessaires à l'espèce considérée sont restreintes. C'est le cas d'un tel groupe d'espèces, les coraux d'eau profonde, qui croissent extrêmement lentement, vivent des centaines d'années et se reproduisent irrégulièrement.

Les caractéristiques biologiques sont la pierre angulaire du modèle hypothétique d'habitat élaboré par T.R.E. Southwood dans les années 1970. Ce modèle postulait que, par le jeu de forces sélectives comme les facteurs biotiques et abiotiques, les caractéristiques des habitats influent sur la condition physique de chaque organisme en modifiant son taux de croissance, sa survie, sa fécondité, etc. en temps écologique. Cela aboutit à la sélection d'une combinaison optimale de caractéristiques et tactiques ainsi qu'à l'optimisation stratégique du cycle biologique. Chaque adaptation a toutefois un coût : les animaux fortement « blindés » ne peuvent se déplacer rapidement; chez les animaux à grande fécondité, la survie des juvéniles est basse; les espèces à grande tolérance (p. ex. les lichens) sont peu compétitives et celles qui sont adaptées à un habitat unique (p.ex. par co-évolution) risquent de mourir si cet habitat disparaît.

Deux forces majeures déterminent les caractéristiques des espèces : la *perturbation* et l'*hostilité* de l'environnement (figure 1). La perturbation se rapporte à l'intensité de la destruction ou de la modification de l'habitat ou encore de façon générale à sa stabilité dans la durée. L'hostilité est liée aux agresseurs environnementaux qui agissent sur le fonctionnement physiologique des organismes et limitent ce faisant leur croissance et leur reproduction. Elle correspond inversement au potentiel de croissance. Ce modèle de perturbation-hostilité définit et limite les caractéristiques du cycle biologique des espèces, sans toutefois les rendre uniformes. Les écosystèmes, comme les espèces, peuvent être organisés selon certains regroupements par rapport au modèle sur l'habitat, en fonction de la combinaison des stratégies de population et de leurs interactions qui les caractérise. Dans une perspective évolutive, la sélection des espèces dans un environnement hostile se fera d'après leur tolérance aux conditions physiques extrêmes. Un environnement perturbé sera propice aux espèces à courte longévité, qui peuvent rapidement coloniser une zone et prospérer.

En utilisant le modèle sur l'habitat, le MPO, en coopération avec RNCan, a fait des progrès importants dans la compréhension de l'écologie et de la structure des habitats du plancher océanique de l'est du Canada. Des ententes interministérielles et des collaborations officieuses entre des scientifiques de diverses disciplines ont abouti à la production concertée de représentations de l'habitat. Le concept a été appliqué, sous forme de modèle numérique, au plateau néo-écossais. Le facteur de perturbation a été défini d'après divers paramètres physiques propres au plateau, comme les profondeurs de l'eau, la taille des grains et la force des courants dus aux marées et aux vagues, et exprimé en tant que rapport entre la totalité des courants dus aux marées et aux vagues et un stress de cisaillement critique applicable à la taille des grains observée (figure 2). Le facteur d'hostilité (ou le potentiel de croissance) du modèle tient compte de la température moyenne de l'eau au fond, du régime de productivité, de la stratification verticale, de la variabilité de l'environnement et d'autres agresseurs qui influent sur la quantité d'énergie disponible pour la croissance et la reproduction des communautés benthiques (figure 3). Le modèle a été introduit dans le Système d'information géographique; il est facilement adaptable à n'importe quel endroit et à n'importe quel type de milieu marin et il a des conséquences directes pour la gestion du fond marin.

Les avantages du modèle résident dans le fait qu'il combine divers paramètres environnementaux dans une approche écologique sensée. Une représentation fondée sur ce modèle est donc plus utile qu'un ensemble de représentations distinctes décrivant séparément des caractéristiques physiques. On pourrait, par exemple, utiliser des cartes des perturbations naturelles pour prévoir les risques de perturbation anthropique : les habitats et les milieux adaptés aux perturbations naturelles, comme la partie supérieure des bancs de sable peu profonds, seront moins susceptibles d'effets néfastes que les habitats stables (p.ex. en eau profonde). Des cartes de l'hostilité du milieu pourraient servir à

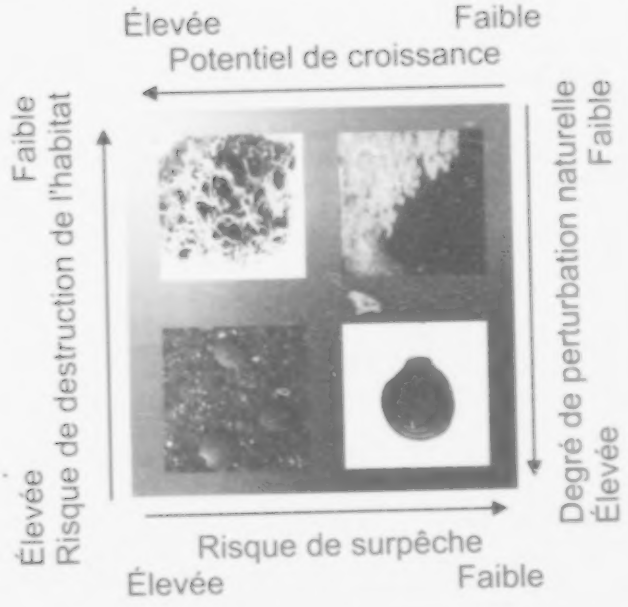


Figure 1. Modèle de classification et de gestion de l'habitat du fond marin : les axes représentant le degré de perturbation naturelle (à droite) et le potentiel de croissance (en haut) sont descriptifs, tandis que les axes représentant le risque de destruction de l'habitat (à gauche) et le risque de surpêche (en bas) sont normatifs et servent à guider les décisions de gestion.

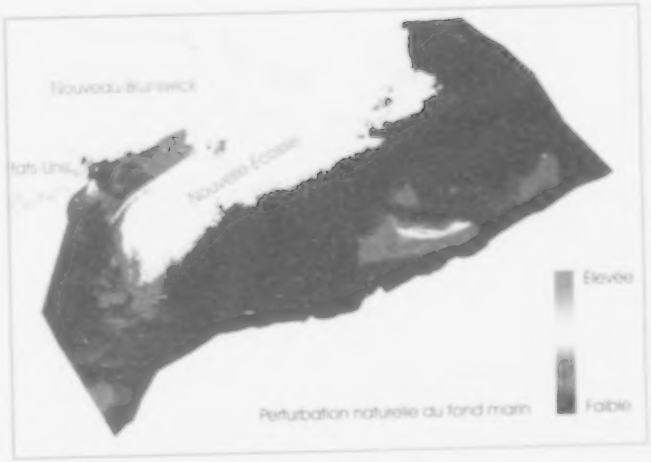


Figure 2. Intensité de la perturbation naturelle du fond marin sur le plateau néo-écossais : les calculs sont fondés sur la distribution connue de la taille des grains du plancher océanique et sur la climatologie des courants dus aux marées et aux vagues. Le risque de destruction anthropique de l'habitat est plus élevé lorsque le taux de perturbation naturelle est faible. Rouge = habitats très perturbés. Bleu= habitats stables.

montrer quelles régions sont susceptibles d'avoir des populations d'espèces qui se remettent rapidement des effets de la pêche et quelles autres risquent d'abriter des populations dont le rétablissement serait lent, voire inexistant. En particulier, les populations des milieux moins productifs, qui ont moins d'énergie pour la croissance et pour la reproduction, sont plus susceptibles d'extinction que celles qui vivent dans des milieux très productifs. Ces cartes pourraient servir de guide pour définir les secteurs préoccupants et elles seront d'une grande utilité pour déterminer la probabilité de rétablissement d'une population, après un phénomène destructeur.

Les projets de représentation de l'habitat benthique entrepris à l'IOB déboucheront sur des produits qui pourront servir à la gestion intégrée du fond marin, afin, par exemple, de planifier l'installation de structures sur ce fond marin et de résoudre les conflits suscités par son utilisation. On pourra ainsi parvenir à un équilibre entre les demandes contradictoires d'exploration et de conservation des ressources. Les données et les formes de représentation ainsi que l'expertise en la matière permettront de combler en grande part l'éventail des besoins des gouvernements, des Premières nations, des industries du secteur océanique, des autres utilisateurs des ressources, des groupes qui s'intéressent à l'environnement, des collectivités côtières et des chercheurs des universités.

Figure 3. L'image illustre l'hostilité de l'environnement du fond marin (ou inversement le potentiel de croissance) d'après la teneur en chlorophylle de la colonne d'eau, la stratification verticale, la variabilité de la température et les températures moyennes du fond. Essentiellement, le golfe du Maine n'est pas un milieu hostile, en raison du haut degré de productivité et de mélange vertical de l'eau qu'on y trouve, tandis que l'est du plateau néo-écossais est un milieu hostile en raison des agresseurs physiologiques qui y limitent la croissance des populations.

Surveillance du milieu acoustique proche du fond du Gully durant un levé de prospection sismique

Norman Cochrane et Charles Hannah

En raison des activités industrielles qui s'y déroulent et de la hausse du trafic maritime, les océans deviennent un habitat de plus en plus bruyant pour les créatures marines. Il ressort d'observations récentes réalisées au large de la Californie que le bruit de fond dans l'océan a pratiquement décuplé depuis le milieu des années 1960. Or, il faut savoir que pour les mammifères marins qui vocalisent, comme les baleines, le son est un outil important, utilisé dans la recherche de nourriture et les communications sociales. Le bruit artificiel pourrait être particulièrement nuisible à une espèce en voie de disparition qui lutte pour sa survie.

On s'est récemment intéressé de près à trois sources anthropiques de son dans l'océan : la prospection (sismique) et la production des hydrocarbures, la navigation maritime et les activités militaires faisant appel à des sonars. Au Canada atlantique, c'est la prospection sismique qui retient particulièrement l'attention. Dans les opérations de prospection sismique modernes, on utilise de grandes batteries de canons à air remorquées à quelques mètres sous la surface de l'eau pour produire des sons et les propager vers le bas, à la recherche d'ondes de réflexion provenant de strates contenant des hydrocarbures. Une abondance de sons rayonne aussi dans d'autres directions et ces sons peuvent parfois être décelés au sein de la colonne d'eau à des centaines, voire à des milliers, de kilomètres de leur source. On dit que des opérations de prospection réalisées sur le plateau néo-écossais ont été détectées jusque dans le milieu de l'Atlantique Nord.

La société de prospection d'hydrocarbures Marathon Canada Ltd. avait commandé pour le printemps et l'été 2003 un levé sismique de deux blocs de forage sur le talus néo-écossais (figure 1). Il était prévu que des lignes de levé soient effectuées dans un rayon de 4,5 km de la limite de la zone de protection marine (ZPM) et d'environ 16 km du refuge de baleines de la ZPM du Gully, où vit à longueur d'année la baleine à bec commune, espèce considérée comme étant en voie de disparition par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Bien que la modélisation réalisée dans le cadre de l'évaluation environnementale prévoyait que l'intensité du son atteignant le refuge serait acceptable, il faut savoir que les modèles de propagation contiennent des hypothèses simplificatrices et qu'ils doivent présumer au départ les caractéristiques détaillées de la source sonore ainsi que des profils de vitesse du son dans l'océan, qui influent grandement sur l'intensité du son loin de la source.

Un programme de recherche sismique a donc été entrepris dans le Gully afin de mesurer directement les niveaux de son, de vérifier les prévisions et d'évaluer toute réaction visible provoquée par le son émanant des activités sismiques au sein de la population de baleine à bec commune. Ce programme était une initiative commune de l'industrie, du gouvernement et des milieux universitaires, qui avait pour but de sur-

Figure 1. La zone expérimentale du programme de recherche sismique dans le Gully : les concessions Cortland et Empire (d'ouest en est) sont délimitées en orange; les limites de la ZPM du Gully sont en vert; les emplacements des OBS sont numérotés de 1 à 6. Quatre profils modélisés (lignes grises) rayonnent depuis les sources sismiques (A1 – A4).

veiller les niveaux sonores dans l'écosystème du Gully. Il était coordonné par le Centre de recherche environnementale sur le pétrole et le gaz extracôtiers (CREPGE), sous la direction générale de Kenneth Lee (Ph.D.), des Sciences du MPO. Le volet acoustique du programme faisait appel à des mesures à courte et longue distance des niveaux sonores près de la surface (200 m supérieurs de la colonne d'eau), effectuées depuis des navires par JASCO Research Ltd., et également à des observations exhaustives des niveaux et de la vitesse du son près de la surface par des chercheurs du MPO travaillant à l'Institut Maurice Lamontagne et par des chercheurs de l'Université du Québec à Rimouski. Le programme comprenait aussi des observations et enregistrements de mammifères marins dans les environs du Gully. Le groupe responsable de la Physique océanique à l'IOB était chargé de mesurer et d'analyser le champ acoustique près du fond marin au sein de la ZPM, tel qu'expliqué ci-après.

L'échéancier étant extrêmement serré, on décida d'installer un réseau de sismomètres de fond de mer (OBS) dotés d'hydrophones à des endroits fixes pour écouter à la fois les signaux sismiques et les vocalisations des mammifères marins. Trois nouveaux ensembles OBS furent donc conçus et fabriqués et trois autres provenant du fonds commun d'instruments de la Commission géologique du Canada (CGC) et de l'Université Dalhousie furent mis à niveau par OMNITECH Electronics, de Dartmouth, selon des normes de conception établies par Dave Hettler, de la CGC, de concert avec la Section de physique océanique du MPO. Cette dernière fut aussi chargée de l'étalonnage subséquent des OBS.

Après plusieurs retards, six OBS furent finalement mis en place (fig. 1) depuis le NGCC *Edward Cornwallis*, sous contrat avec GeoForce Ltd. Tous les instruments avaient été configurés de manière à enregistrer continuellement des sons d'une fréquence allant jusqu'à environ 2 kHz. Les OBS n^os 1, 2 et 3, mouillés dans une zone connue de concentration de baleines à bec communes, étaient en outre dotés d'un canal de détection des « clics », afin de déceler les clics d'écholocalisation à haute fréquence émis par les baleines à bec communes, à des fréquences pouvant dépasser les 22 kHz. Le développement hâtif d'instruments complexes se solda invariablement par des problèmes : les OBS n^os 2 et 3 furent hors service dès leur mouillage, les connecteurs ayant été submergés, tandis qu'en raison d'un pépin technique, l'OBS n^o 4 ne produisit qu'un ensemble partiel de données. En raison des retards pris au démarrage du projet, le navire scientifique ne put effectuer les approches à courte distance de la ZPM qui avaient été prévues et les enregistrements des OBS se limitèrent au levé normal dans la partie ouest du Bloc Cortland (fig. 1). L'expérience permit néanmoins d'obtenir des données utiles.

Les niveaux sonores détectés par les OBS n^o 5 (figure 2) et n^o 6 étaient nettement plus élevés pendant les tirs sismiques. À l'OBS n^o 1 et plus particulièrement à l'OBS n^o 4, les niveaux étaient plus bas en raison du phénomène d'écran dû à la pente négative locale de la bathymétrie. Une comparaison des sorties directes de l'hydrophone et de celles du détecteur de clics de l'OBS n^o 1 révélait une multitude de signaux à basse fréquence ressemblant à des clics, qu'on a attribués en toute confiance à des cachalots. Occasionnellement, des clics distinctifs apparaissaient uniquement sur le canal du détecteur de clics et ils présentaient des caractéristiques semblables à celles qui ont déjà été associées à la baleine à bec commune. Ayant procédé à une analyse comparative de 14 heures de données recueillies pendant les tirs sismiques et de données obtenues sur une période comparable, mais sans activité sismique, Marjo Laurinolli, qui possède une expérience considérable en matière de sons de mammifères marins, a constaté que les clics dont on présumait qu'ils provenaient de baleines à bec communes étaient, d'un point de vue statistique, plus fréquents pendant les périodes d'activité sismique. Toutefois, en raison de la courte série de données applicables, on ne peut établir de relation de cause à effet définitive avec l'activité sismique.

Un des principaux objectifs du programme consistait à déterminer s'il est possible de prévoir théoriquement avec précision les niveaux d'ondes sismiques loin de la source. Une telle prévision nécessite à la fois un modèle de source donnant une représentation exacte de l'impulsion

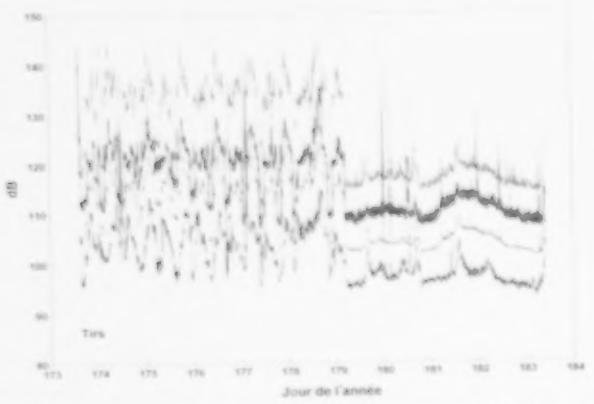


Figure 2. Niveaux, en décibels, des signaux acoustiques à large bande à l'OBS no 5 par rapport à une pression de référence de 1 µPascal (dB re 1 µPa) sur toute la période d'enregistrement. Traces : En rouge : Amplitude de pression acoustique maximale observée sur des intervalles consécutifs de 300 secondes. En vert : Amplitude quadratique maximale sur les mêmes intervalles. En noir : Amplitude quadratique maximale sur n'importe quel intervalle d'une seconde au sein de ces intervalles de 300 secondes. En bleu : Amplitude quadratique minimale sur n'importe quel intervalle d'une seconde au sein de ces intervalles de 300 secondes. Les traits horizontaux magenta dénotent des périodes de tir (les tirs ont été suspendus entre les lignes de levé). Le jour 173 correspond au 23 juin 2003 à 0 h 00 TUC.

qui émane de la batterie de canons à air et un modèle de perte de transmission décrivant comment l'impulsion est modifiée dans son trajet jusqu'au point d'observation. On a pu concevoir à l'interne un modèle de source pour la batterie de canons à air de 3 090 pieds cubes *Ramform Viking*. À l'aide d'un modèle de perte de transmission fondé sur la fréquence, en l'occurrence le modèle d'équation parabolique « RAM » (dépendant de la distance) conçu par le U.S. Naval Research Laboratory, on a calculé les niveaux de bruits sismiques (calculs-types, figure 3) et on les a comparés aux niveaux observés à cinq fréquences entre 25 et 400 Hz, cela pour quatre transects distincts, tel qu'illustré à la figure 1.

L'analyse a révélé que, prises individuellement, les prévisions des niveaux acoustiques n'étaient pas particulièrement bonnes. Comme les écarts (avec signe) entre les niveaux prévus et les niveaux observés ne se situent en moyenne qu'à 4 dB, notre approche générale semble validée, mais la grande amplitude des différences individuelles, atteignant en moyenne 10 dB, donne matière à inquiétude. Ces grands écarts individuels révèlent sans doute que les modèles ne reflètaient pas toute la complexité du processus de production-transmission-réception des sons. Un des problèmes réside dans le fait que l'observation a lieu tout près du fond marin, occasionnant une très grande discontinuité acoustique qui risque de

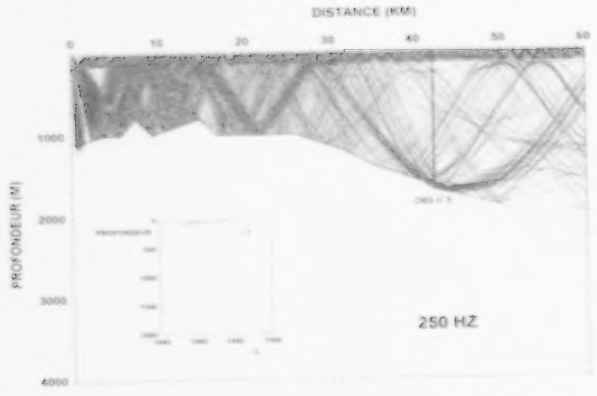


Figure 3. Intensités acoustiques modélisées à 250 Hz le long du profil émanant de la source située en A2 dans la figure 1. Les intensités augmentent du jaune au cyan. Les pertes cylindriques normales par divergence avec la distance ont été supprimées. L'encart représente le profil vertical de la vitesse du son (c).

Les moules bleues : les canaries de la mer

Gareth Harding , Steve Jones , Peter Wells , Jamie Aube , Guy Brun , Peter Hennigar , Christian Krahforst , Natalie Landry , Jack Schwartz , J. Stahlnecker , Darryl Taylor , Bruce Thorpe , Louise White et Peter Vass

Figure 1 Carte du golfe du Maine montrant les lieux d'échantillonnage des moules

rendre les niveaux sonores fort sensibles aux caractéristiques locales du fond. De plus, dans le modèle, les trajectoires des rayons sonores à plusieurs centaines de mètres de profondeur étaient souvent isolées et étroites, rendant l'incidence directe du rayon sonore sur l'OBS quelque peu aléatoire et dépendante du profil précis de vitesse du son en profondeur. Ces deux facteurs pourraient largement expliquer les écarts individuels. Les résultats de la modélisation révélaient que les niveaux acoustiques aux emplacements d'OBS situés à des profondeurs de 1 000–1 700 m devraient être relativement insensibles aux variations saisonnières du profil de vitesse du son dans la partie supérieure de la colonne d'eau, à condition que les trajectoires de son considérées ne traversent pas les faibles profondeurs du plateau continental. Des comparaisons de modèle plus poussées pourraient mieux déterminer l'exactitude des niveaux de sons simulés prévus.

La modélisation théorique d'une complexité élémentaire ne semble pas pouvoir remplacer pleinement et adéquatement l'observation directe des sons en eau profonde, dans les milieux très proches du fond. En matière d'instrumentation, on pourrait à l'avenir chercher à intégrer aux OBS une capacité interne, intelligente et de grand calibre pour le traitement en temps réel des signaux, qui permettrait de mieux classer les vocalisations des animaux à des fins d'études du comportement. Quatre OBS ou plus enregistrant simultanément les sons donneraient la possibilité de suivre les clics en trois dimensions, ce qui serait propice à des études plus précises du comportement. Avec des enregistreurs multiples du type OBS en suspension depuis des mouillages à grandes profondeurs, c'est toute la colonne d'eau qui ferait l'objet d'une surveillance acoustique. Combiné au traitement en temps réel et à la télémétrie par satellite, un système amarré permettrait d'avertir immédiatement par télémétrie les autorités responsables lorsque les niveaux sonores sont excessifs.

Ce programme de recherche a reçu l'appui de Petroleum Research Atlantic Canada, du Fonds pour l'étude de l'environnement, du programme de financement pour les espèces en péril du MPO et de la Commission géologique du Canada (atlantique).

Les moules bleues : les canaries de la mer

Gareth Harding[1], Steve Jones[2], Peter Wells[3], Jamie Aube[4], Guy Brun[4], Peter Hennigar[5], Christian Krahforst[6], Natalie Landry[6], Jack Schwartz[7], J. Stahlnecker[8], Darryl Taylor[9], Bruce Thorpe[10], Louise White[11] et Peter Vass[1]

Les premiers ministres de la Nouvelle-Écosse et du Nouveau-Brunswick ainsi que les gouverneurs du Massachusetts (MA), du New Hampshire (NH) et du Maine (ME) ont conclu une entente sur la conservation du milieu marin du golfe du Maine (*Agreement on the Conservation of the Marine Environment of the Gulf of Maine*) en décembre 1989. C'est en vertu de cette entente qu'a été créé le Conseil du golfe du Maine (CGM) sur l'environnement marin, qui a pour mission de maintenir et d'améliorer la qualité de l'environnement dans cette région. La même année, le CGM a mis sur pied un comité de surveillance de la qualité du milieu (EQMC), chargé de réunir de l'information sur l'état du golfe du Maine. Ce comité se composait de membres du personnel de divers ministères des provinces et des États concernés ainsi que du gouvernement fédéral, dont le MPO, et également de scientifiques universitaires. Le EQMC a entrepris de rassembler et de diffuser de l'information sur l'état et les tendances des contaminants dans l'écosystème du golfe du Maine, ainsi que sur les risques qu'ils posent pour cet écosystème et, indirectement, pour la santé humaine dans la région. L'information pourrait ensuite être utilisée par les gestionnaires régionaux des ressources et de l'environnement. Ce projet a été financé par la United States (US) Environmental Protection Agency, par l'entremise de la US Gulf of Maine Association, par Environnement Canada (Dartmouth, Nouvelle-Écosse), par l'État du Maine et par la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), de Washington (DC).

Le comité de surveillance a décidé que l'approche la plus réalisable consistait à utiliser les moules comme indicateurs de la teneur des contaminants accumulés dans l'écosphère. Les moules présentent l'avantage d'être très répandues et d'être immobiles une fois leurs larves implantées. Par conséquent, les tissus de ces mollusques sont représentatifs des concentrations de contaminants après des années de filtration de grandes quantités d'eau de mer pour en soustraire le plancton microscopique. Un autre avantage des moules réside dans le fait qu'elles sont élevées pour la consommation humaine et que les résultats de leur étude peuvent être liés directement à la santé humaine. Après deux ans d'épreuves de faisabilité, une étude des contaminants présents dans les moules à l'échelle du Golfe, appelée Gulfwatch, a été lancée en 1991 (figure 1). Une station de référence a été établie dans chaque État ou province et a fait l'objet d'un échantillonnage chaque automne. De plus, 33 autres sta-

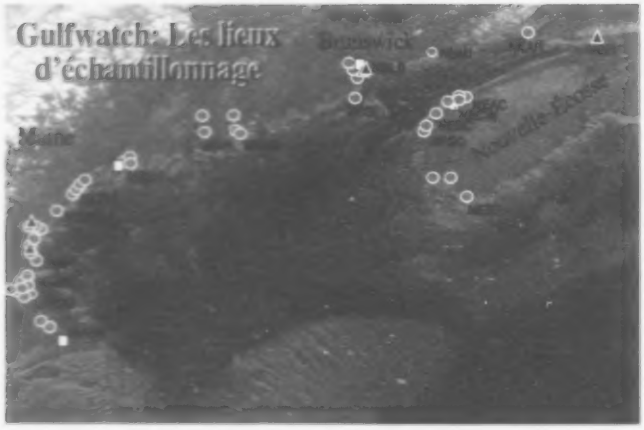


Figure 1. Carte du golfe du Maine, montrant les lieux d'échantillonnage des moules

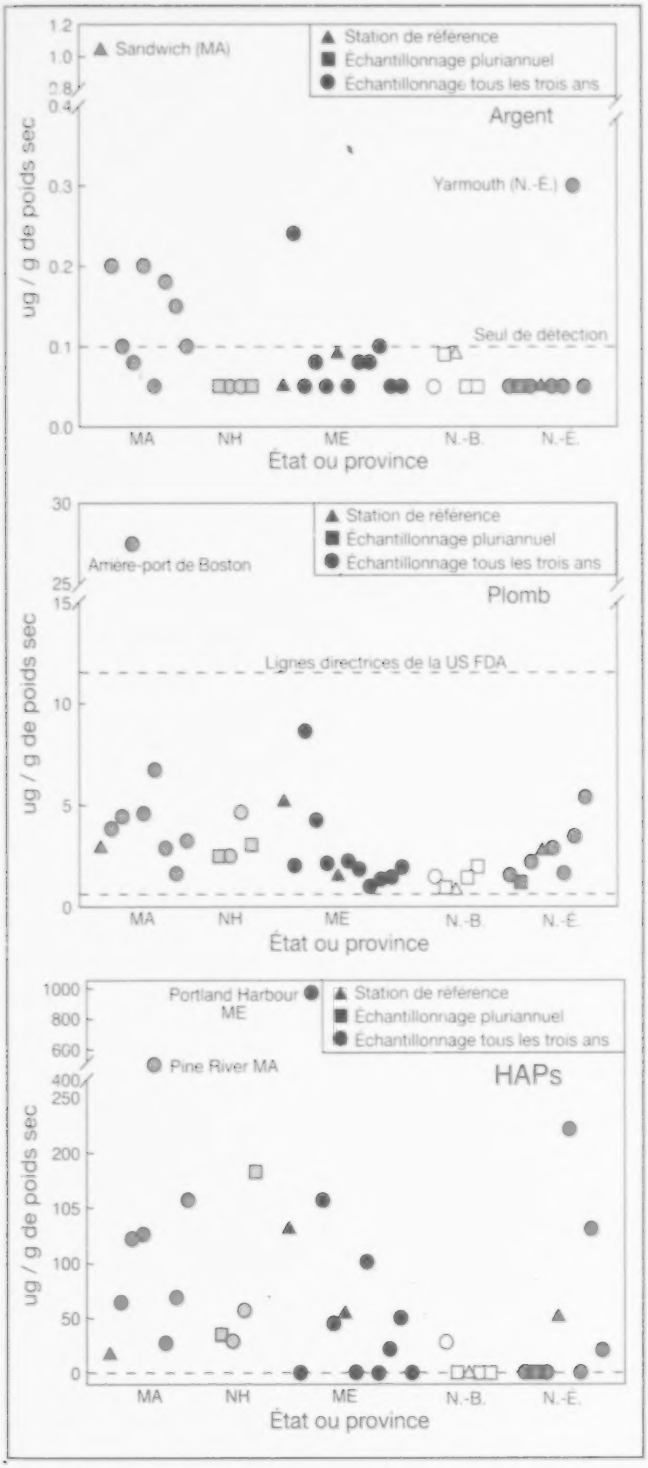


Figure 2. Répartition géographique des teneurs médianes d'argent, de plomb et de HAP observées sur neuf ans dans des tissus de moule, dans le sens horaire autour du golfe du Maine

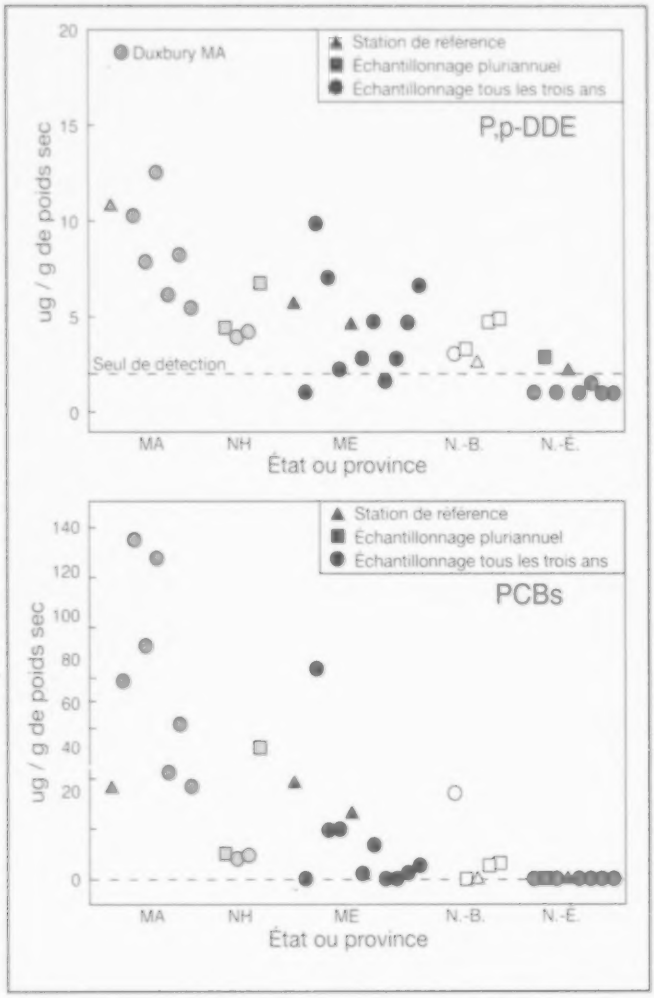


Figure 3. Répartition géographique des teneurs médianes de pesticide p,p-DDE et de BPC observées sur neuf ans dans des tissus de moule, dans le sens horaire autour du golfe du Maine

tions ont été échantillonnées au moins un automne sur trois. Ces stations ont été conçues de manière à ce qu'on puisse suivre les changements temporels dans tout un éventail de situations, depuis les ports pollués jusqu'à l'inter faucaes terrae vierge. Dix-huit autres endroits ont fait l'objet d'un échantillonnage moins fréquent, destiné à élargir notre connaissance spatiale de la distribution des contaminants. Dix métaux-traces (argent, aluminium, cadmium, chrome, cuivre, fer, mercure, nickel, plomb et zinc), 24 hydrocarbures poly-aromatiques (HAP), 24 biphényles polychlorés (BPC) et 17 pesticides chlorés (CH) ont été régulièrement analysés. Quatre réplicats ont été prélevés à chaque endroit. On a estimé la condition des moules d'après la proportion de poids frais par rapport au volume estimatif de chaque individu.

Dans le cas d'un bon nombre des métaux ou composés qui ont été analysés, on trouvait des zones sensibles ou zones de plus forte concentration. Il en était ainsi de l'argent au Massachusetts et à Yarmouth (N.-É.), du plomb dans le port de Boston (MA) et des HAP à poids moléculaire élevé à Pines River (MA) dans le port de Portland (ME) et à Broad Cove (N.-É.) (figure 2); en général, cependant, la plupart des échantillons de tissus à analyser présentaient des concentrations assez comparables partout dans le golfe. On pense que les hydrocarbures présents dans les moules de Broad Cove viennent de la contamination locale par un quai en bois créosoté, tandis que l'origine de l'argent décelé dans les moules du port de Yarmouth est inconnue. Les teneurs en pesticide *p,p*-DDE et en BPC dénotent une tendance spatiale décroissante du sud-ouest (Massachusetts) au nord-est (Nouvelle-Écosse) (figure 3). En général, les plus fortes teneurs en contaminants étaient associées à des zones de population humaine plus dense et à la proximité de grands fleuves ou rivières. Malheureusement, il s'est avéré que l'indice corporel

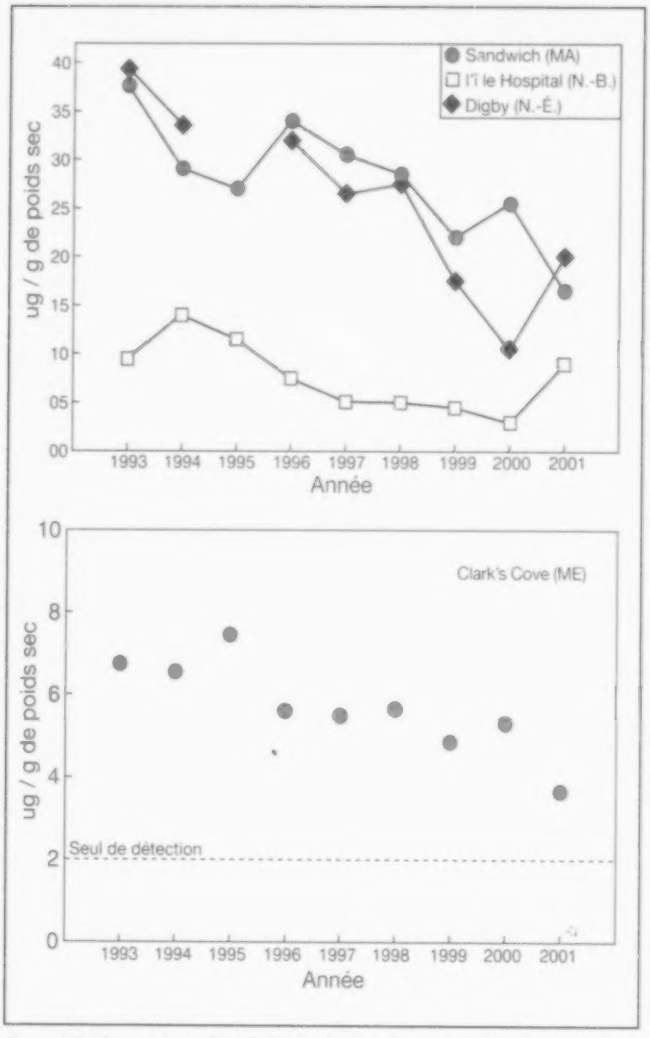


Figure 4. Tendances temporelles à la baisse des teneurs annuelles médianes de plomb à Sandwich (MA), dans l'île Hospital (N.-B.) et à Digby (N.-É.), et teneurs annuelles médianes de p,p-DDE à Clark's Cove (ME) entre 1993 et 2001

utilisé pour évaluer la condition des moules régissait plus aux caractéristiques nutritionnelles d'un lieu qu'à la concentration de contaminants qu'on y trouvait. Les moules étaient donc proportionnellement plus charnues dans le port de Boston.

Les analyses de tendances des contaminants mesurés aux stations de référence chaque année de 1993 à 2001 n'ont pas révélé de changement généralisé à l'échelle du golfe dans les échantillons. Localement, les résultats sont encourageants du fait qu'aucun des contaminants mesurés n'était en augmentation dans les tissus des moules. Toutefois, on se serait attendu à une diminution de contaminants comme les pesticides chlorés et les BPC, dont l'usage a été soit restreint, soit interdit en Amérique du Nord depuis des décennies. Cela dénote probablement des apports atmosphériques d'Amérique centrale. Les teneurs en plomb ont diminué à Sandwich (ME), dans l'île Hospital (N.-B.) et à Digby (N.-É.) (figure 4). Les teneurs en mercure étaient en baisse au Nouveau-Brunswick (à l'île Hospital et dans la rivière Niger) et les teneurs en chrome et en fer l'étaient aussi à Sandwich et à Digby. Le pesticide *p,p*-DDE était en recul dans les tissus de moule prélevés à Clark's Cove (ME) (fig. 4). Les HAP à poids moléculaire élevé semblaient être en recul à Digby. Il est difficile d'expliquer n'importe lequel des déclins observés, sinon par le fait qu'il s'agit d'un phénomène local, parce qu'il n'y a pas de tendance régionale.

On considère que le programme actuel est une grande réussite car il a motivé les scientifiques du Canada et des États-Unis à travailler ensemble pour documenter l'état environnemental de ce vaste écosystème commun de grande valeur. Au-delà de 2005, on cherchera à poursuivre la surveillance à long terme de nos contaminants initiaux, mais dans un nombre réduit d'endroits, à entreprendre des études plus poussées de leurs effets biologiques et à accroître les types de contaminants surveillés, pour y inclure, par exemple, les dioxines et furannes, l'organo-étain, le toxaphène, les produits pharmaceutiques et les nouvelles catégories de contaminants.

RENSEIGNEMENTS SUPPLÉMENTAIRES

Chase, M.E., S.H. Jones, P. Hennigar, J. Sowles, G.C.H. Harding, K. Freeman, P.G.Wells, C. Krahforst, K. Coombs, R. Crawford, J. Pederson, and D. Taylor. 2001. *Gulfwatch: Monitoring spatial and temporal patterns of trace metal and organic contaminants in the Gulf of Maine (1991-1997) with the blue mussel,* Mytilus edulis L. Marine Pollution Bulletin. 42 (6): 491-505.

Jones, S.H., M. Chase, J. Sowles, P. Hennigar, N. Landry, P.G. Wells, G.C.H. Harding, C. Krahforst, and G.L. Brun. 2001. *Monitoring for toxic contaminants in* Mytilus edulis *from New Hampshire and the Gulf of Maine.* Journal of Shellfish Research. 20 (3): 1203-1214.

Sites Web

Conseil du golfe du Maine sur l'environnement marin : http://www.gulfofmaine.org/

Site Web de Gulfwatch : http://www.gulfofmaine.org/gulfwatch/

NOAA National Status and Trends Program: http://nsandt.noaa.gov/

Organismes auxquels appartiennent les auteurs

1. Institut océanographique de Bedford, MPO, Dartmouth (N.-É.)
2. Jackson Estuarine Lab, University of New Hampshire, Durham NH
3. Environnement Canada, Dartmouth (N.-É.)
4. Environnement Canada, Service canadien de la faune, Moncton (N.-B.)
5. Massachusetts Coastal Zone Management, Boston MA
6. New Hampshire Department of Environmental Services, Concord NH
7. Division of Marine Fisheries, Gloucester MA
8. Marine Department of Environmental Protection, Augusta ME
9. Ministère de l'Environnement de la Nouvelle-Écosse, Halifax (N.-É.)
10. Ministère des Pêches et de l'Aquaculture du Nouveau-Brunswick, St. George (N.-B.)
11. Coordonnateur du EQMC, Halifax (N.-É.)

Programmes spéciaux

Le Groupe de coordination internationale des données sur la couleur de l'océan (IOCCG)

Venetia Stuart et Trevor Platt

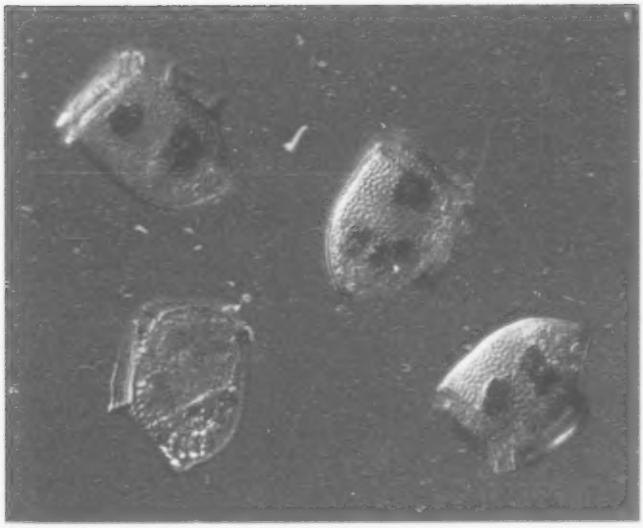
IOCCG
International
Ocean Colour
Coordinating Group

Le Groupe de coordination internationale des données sur la couleur de l'océan (IOCCG) a été créé en 1996 dans le but de promouvoir la coopération internationale dans divers aspects scientifiques et techniques de l'étude de la couleur de l'océan, y compris dans l'acquisition, l'étalonnage, la distribution et l'utilisation des données sur la couleur de l'océan provenant de diverses missions satellitaires. L'IOCCG s'intéresse aussi de très près à la création de capacités et forme à l'utilisation des données sur la couleur des océans des étudiants des pays en développement. Le Comité de l'IOCCG se compose d'experts internationaux en matière de couleur de l'océan et il comprend des représentants du milieu scientifique ainsi que des agences spatiales internationales. Trevor Platt (Ph.D.), de la Section d'océanographique biologique, préside la groupe qui dispose à l'IOB d'un bureau où travaille la responsable scientifique du projet, Venetia Stuart (Ph.D.).

La télédétection de la couleur de l'océan depuis l'espace nous renseigne sur la teneur en chlorophylle-a (un pigment vert photosynthétique présent dans toutes les cellules du phytoplancton) des eaux océaniques de surface, ce qui nous permet d'estimer l'abondance du phytoplancton.

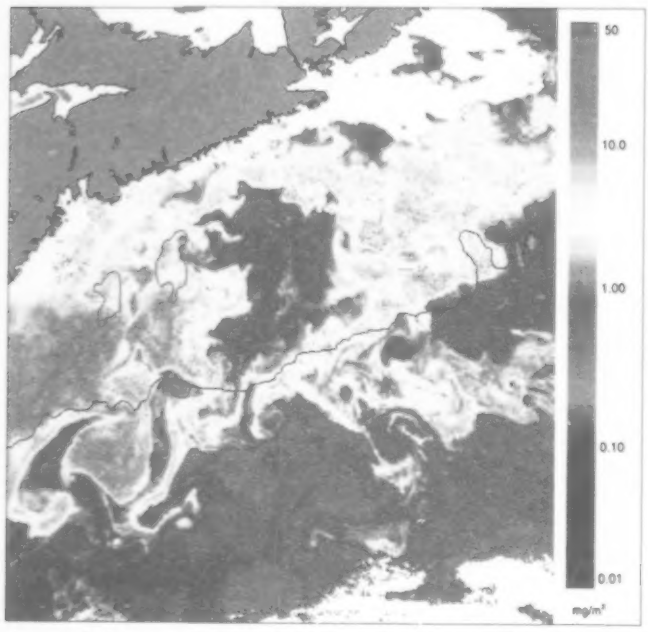
Les données sur la couleur de l'océan peuvent aussi servir à déterminer les teneurs en matières organiques dissoutes et les matières particulaires totales en suspension. Cette information peut être utilisée pour étudier la productivité biologique des océans, pour comprendre le flux planétaire de carbone, pour examiner comment les activités anthropiques influent sur le milieu océanique et pour gérer la zone côtière (y compris les pêches). Trois grands capteurs nous fournissent actuellement des données sur la couleur de l'océan à l'échelle planétaire. Il s'agit des capteurs SeaWiFs et MODIS de la National Aeronautics and Space Administration (NASA) et du capteur MERIS de l'Agence spatiale européenne. D'autres pays, comme l'Inde, la Corée, l'Argentine et la Chine, effectuent aussi des missions d'étude de la couleur des océans, mais on ne peut accéder librement à leurs données.

Le capteur SeaWiFs



Cellules de phytoplancton (Dinophysis sp.)

L'IOCCG a notamment pour mandat de promouvoir la continuité à long terme des ensembles de données sur la couleur de l'océan, grâce à la création d'archives de données pluriannuelles sur la couleur de l'océan provenant de capteurs multiples; ces archives permettront d'examiner les changements à moyen et long terme dans la biomasse de phytoplancton. Diverses questions doivent être réglées au préalable, notamment celles de l'étalonnage de chaque capteur, de l'étalonnage réciproque des divers instruments, des différences d'algorithme et de l'entreposage des données. Certaines de ces questions sont actuellement



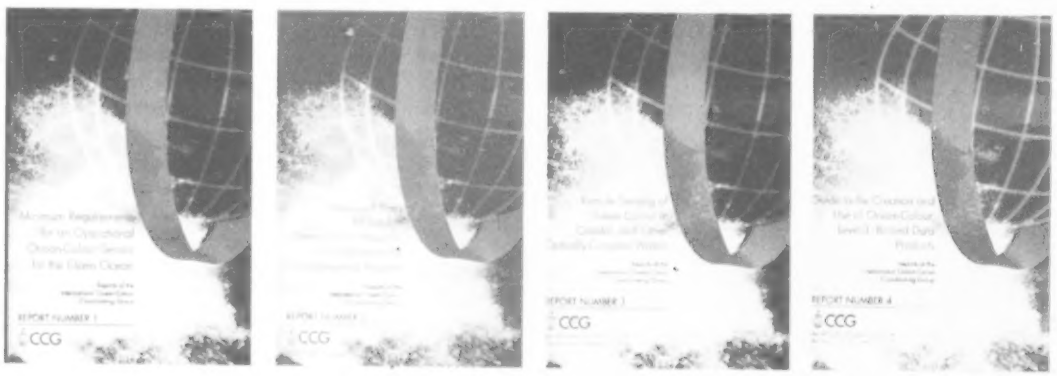
Cet exemple d'une image traitée représentant les couleurs de l'océan illustrent différentes teneurs en chlorophylle au large du plateau néo-écossais le 10 avril 2004. L'image a été saisie par le capteur SeaWiFs de la NASA. Une grande efflorescence phytoplanctonique (en rouge) est visible le long de la côte sud. Les taches blanches représentent des nuages et l'épais trait noir l'isobathe de 200 m. Les données ont été obtenues et prélevées par la Section de télédétection de l'IOB.

Quelques-uns des étudiants et des membres d'équipage lors de la mission du navire japonais Mirai dans l'hémisphère sud

étudiées par des groupes de travail scientifiques mis sur pied par l'IOCCG. Les travaux de ces groupes aboutissent habituellement à la publication d'un rapport scientifique. Quatre rapports du genre ont été publiés jusqu'ici par l'IOCCG. Ils portent sur les exigences applicables aux capteurs de la couleur de l'océan selon divers régimes océaniques, sur la télédétection de la couleur de l'océan dans les eaux côtières et sur les applications des données sur la couleur de l'océan. Ces rapports ont été largement utilisés par les gestionnaires et par divers organismes, ainsi que par des étudiants et des scientifiques du monde entier.

Un autre objectif important de l'IOCCG consiste à élargir la communauté d'utilisateurs des données sur la couleur de l'océan, notamment dans les pays en développement, grâce à ses cours et ateliers de formation en la matière. Jusqu'ici, l'IOCCG a parrainé et coordonné 10 cours spécialisés sur la couleur de l'océan au Chili, en Inde, en Thaïlande, en Turquie et en Afrique du Sud. Il a formé ainsi plus de 280 personnes, originaires d'environ 60 pays différents. Il donnera également un cours de formation intensive en avril 2005 en Uruguay. Ces cours sont destinés aux étudiants de premier et deuxième cycles ainsi qu'aux professeurs et chercheurs universitaires. L'an dernier, l'IOCCG a organisé la formation pratique de quatre étudiants à bord du navire de recherche japonais *Mirai*, durant la mission de celui-ci dans l'hémisphère sud (du 30 juillet 2003 au 22 février 2004). Dans le cadre de ses initiatives de formation, l'IOCCG offre aussi un Programme de bourses de recherche, qui vise à donner à de jeunes scientifiques de pays en développement l'occasion d'acquérir une précieuse expérience de formation dans un institut étranger. Jusqu'ici, neuf étudiants ont été parrainés dans le cadre de ce programme, dont deux qui ont reçu leur formation à l'IOB. Par ces initiatives de création de capacités, qui ont aussi contribué à faciliter les liens et la coopération entre étudiants de divers pays en développement, l'IOCCG répond à un besoin réel au sein de la communauté des utilisateurs.

L'IOCCG a un site Web exhaustif (http://www.ioccg.org) qui contient une mine de renseignements sur de nombreux aspects de l'étude de la couleur de l'océan, y compris sur les capteurs, les publications, les conférences, les possibilités de formation, les données sur la couleur de l'océan et les débouchés professionnels. Le Comité de l'IOCCG se réunit une fois l'an pour coordonner les activités du groupe et planifier de nouvelles initiatives. Sa 10e réunion annuelle aura lieu sur l'île Margarita, au Vénézuela, en janvier 2005. Les activités de l'IOCCG dépendent des contributions financières de diverses agences spatiales nationales (NASA, ASE, l'Agence spatiale canadienne, l'Agence japonaise d'exploration de l'espace, le Centre national d'études spatiales [France]) et d'autres groupes qui s'intéressent à l'étude de la couleur de l'océan (la Commission océanographique intergouvernementale, la National Oceanic and Atmospheric Administration [É.-U.] et le Centre commun de recherche [Commission européenne]), ainsi que de l'appui que lui donnent l'IOB et le Comité scientifique pour les recherches océaniques en matière d'infrastructure.



Faits saillants en soutien

Missions scientifiques des navires en 2004

Donald Belliveau

Les chercheurs de l'Institut océanographique de Bedford utilisent les navires scientifiques suivants, qui sont exploités par la Garde côtière canadienne, Région des Maritimes :

Le NGCC *Alfred Needler*, un chalutier de recherche halieutique en haute mer de 50 m; Le NGCC *Hudson*, un navire de recherche et de levés en haute mer de 90 m; Le NGCC *Matthew*, un navire de recherche et de levés en eaux côtières de 50 m; Le NGCC *J.L.Hart*, un navire de recherche en eaux côtières de 20 m;

Par ailleurs, pour réaliser des travaux sur le terrain, les scientifiques de l'Institut recourent parfois à des navires scientifiques de la Garde côtières situés dans d'autres Régions du MPO et à des navires auxiliaires occasionnels, comme les baliseurs et brise-glaces du gouvernement fédéral, les navires de pêche et de relevés commerciaux et les navires scientifiques d'autres pays.

Le NGCC *Alfred Needler* sert principalement à effectuer des évaluations de stock. Les données recueillies pendant les relevés plurispécifiques annuels représentent une source essentielle d'information pour les évaluations des stocks de poissons et d'invertébrés réalisées par les Régions des Maritimes, du Golfe et du Québec du MPO. Elles servent aussi aux programmes de recherche halieutique. Comme le *Needler* était toujours en réparation après l'incendie qu'il a subi l'automne dernier, les relevés d'hiver annuels sur l'écosystème, qui ont lieu en février et mars sur le banc Georges et le plateau néo-écossais, ont été effectués par le *Wilfred Templeman*, navire-jumeau du *Needler*, basé à St. John's, Terre-Neuve-et-Labrador (T.-N.-L.). Le *Needler* devait sortir du chantier de réparation et de carénage à temps pour entreprendre le relevé de juillet sur le plateau néo-écossais. Malheureusement des retards empêchèrent sa remise en service. Comme il est prévu que la flotte de trois chalutiers scientifiques de la côte est soit réduite à deux navires, il était déjà convenu que le *Teleost* procéderait simultanément aux relevés d'été et d'automne avec le *Needler*, à des fins de comparaison entre les deux navires. Dans la Région des Maritimes, les scientifiques de l'IOB et de la Station biologique de St. Andrews effectuèrent donc le relevé de juillet avec le *Teleost*. Leurs collègues de l'Institut Maurice Lamontagne, dans la Région du Québec, eurent à leur tour recours au *Teleost* pour procéder en août à leur relevé annuel dans le nord du golfe du Saint-Laurent; le *Needler* participa également à une petite partie de ce relevé. Le relevé de septembre dans le sud du Golfe fut lui aussi effectué principalement avec le *Teleost*, le *Needler* continuant de jouer de malchance et de tomber en panne. Sa dernière mission de l'année, soit une étude de l'écologie benthique du plateau néo-écossais qui devait avoir lieu en octobre, fut annulée en raison à la fois de pannes et de la grève de la fonction publique.

Le NGCC *Hudson* a été fort occupé de son côté, avec un calendrier de missions commençant en avril et se terminant en décembre. Sa première mission de l'année consistait en un court voyage pour assurer le service des mouillages d'instruments sur le bord du plateau néo-écossais. Vint ensuite l'échantillonnage annuel de printemps réalisé dans le cadre du Programme de monitorage de la zone atlantique (PMZA), qui comprenait le volet d'échantillonnage printanier de Norwate, un programme international d'étude de la distribution du zooplancton reporté depuis l'an dernier. En mai, le navire se mit en route pour la mer du Labrador afin d'y assurer le service des mouillages d'instruments océanographiques et de procéder à des relevés hydrographiques concernant conductivité, température, et profondeur, dans le cadre de la participation canadienne aux études sur le climat planétaire. Ensuite, le NGCC *Hudson* se rendit à St. John's pour faire le service des mouillages du bassin Orphan et du chenal du Bonnet flamand, au large de Terre-Neuve. En juin, il retourna dans le bassin Orphan avec des scientifiques de RNCan, pour réaliser une étude sismique en eau profonde. RNCan continua d'utiliser le *Hudson* en juillet, pour effectuer des missions d'étude des réserves d'hydrates de gaz dans le bassin Salar et de la dynamique des sédiments sur le banc de l'île de Sable. Le *Hudson* devait ensuite subir pendant six semaines des travaux de peinture et de préservation. Des retards dans ces travaux entraînèrent l'annulation d'une mission d'étude des effets des déchets de production alentour de la plate-forme Hibernia. La grève de la fonction publique se traduisit par l'annulation de la dernière mission d'un programme triennal visant à étudier la relation entre les poissons de fond et leurs habitats sur les fonds marins des bancs Emeraude et Western ainsi que du banc de l'île de Sable, et par l'annulation également d'une partie de la mission d'automne du PMZA pour la Région des Maritimes. De la mi-octobre au début de décembre, des océanographes

CCGS Matthew

de l'IOB, de l'Institut Maurice Lamontagne et du Centre des pêches de l'Atlantique nord-ouest effectuèrent des missions en vue de recueillir les données physiques et biologiques d'automne du PMZA et les données de prévisions des glaces dans le golfe du Saint-Laurent. La campagne prit fin le 7 décembre, avec le désarmement du navire à l'IOB pour l'hiver.

Le NGCC *Matthew* a pour sa part commencé sa saison au début d'avril par une sortie de mobilisation et d'essai d'équipement dans le port d'Halifax. Sa première mission en fut une de cartographie des fonds marins effectuée pour le compte de RNCan dans la baie de Plaisance (T.-N.-L.) Une autre mission de cartographie des fonds marins destinée à appuyer l'étude de l'habitat benthique susmentionnée fut annulée sur la recommandation du capitaine, qui n'estimait pas que le *Matthew* pouvait être utilisé en toute sécurité à plus de 50 milles marins au large. RNCan eut recours au navire pour procéder à étude de la stabilité des sédiments côtiers au large du nord du Nouveau-Brunswick (N.-B.). Le SHC commença ses missions de mise à jour des cartes alentour de l'Île-du-Prince-Édouard, du N.-B.) et de T.-N.-L. le 17 juillet. Ayant subi des dommages graves à sa coque et perdu le transducteur de son sonar multifaisceaux, le navire dut rentrer au port et être retiré du service pour le reste de l'année.

Le petit navire côtier de recherche halieutique NGCC *J.L.Hart* a lui aussi été très actif pendant sa campagne d'appui aux programmes scientifiques dans la baie de Fundy. Ce navire est utilisé par de nombreux scientifiques pour l'exécution d'un vaste éventail de programmes, notamment des évaluations de stock, des recherches halieutiques et des recherches sur l'habitat, et des relevés de géophysique.

Comme les années précédentes, les navires ont donc été forts occupés à servir de plate-formes aux travaux des scientifiques de l'IOB. Leurs équipages et officiers se sont révélés de formidables collaborateurs, dont l'intérêt pour les programmes scientifiques a été vivement apprécié des chercheurs.

La revitalisation de l'IOB va bon train

Brian Thompson

On commence la phase II de la construction du nouveau laboratoire

L'année 2004 représente un jalon dans le programme de longue haleine entrepris pour revitaliser l'IOB. Un important travail d'études concernant le nouveau laboratoire de niveau II a été accompli et, en juillet, on lançait l'appel d'offres pour la phase I du chantier. Cette phase est celle du déblaiement, de la construction des fondations, de l'érection de l'enveloppe du bâtiment, de la construction des planchers et des murs séparatifs et de la réinstallation de divers services publics. Le 5 novembre 2004, le marché été adjugé à Avondale Construction Limited. À Noël, les travaux de déblaiement du nouveau chantier étaient déjà bien entamés.

La phase II de la construction du nouveau laboratoire comprendra l'installation des systèmes mécaniques et électriques, la finition intérieure et l'aménagement final. Hormis quelques variations d'une unité à une autre, le concept général repose sur des modules standard. Une fois terminé, le bâtiment offrira aux techniciens et scientifiques de l'IOB 72 nouvelles unités de laboratoire, une aire de travail collective, des entrepôts de produits chimiques et des chambres de congélation. L'emménagement est prévu pour 2006.

En 2004 également, l'immeuble Vulcan (nord) a fait l'objet de vastes travaux de construction. Sur ce chantier, on a mené à bien la phase I d'un projet essentiel de remise en état. Il s'est agi notamment de réaménager et de moderniser les ateliers techniques, ainsi que d'améliorer les systèmes d'électricité, de chauffage, de ventilation et de climatisation. Divers problèmes d'hygiène et de sécurité au travail (HST) ont aussi été réglés, dont le désamiantage et l'aménagement de chemins d'évacuations plus directs. Les travaux qu'il reste à faire dans l'immeuble Vulcan (phase II) sont pour la plupart du même genre et ils seront réalisés en 2005.

En octobre, des membres du personnel de Travaux publics et Services gouvernementaux Canada ainsi que du MPO ont examiné les avants-projets d'étude concernant la remise en état de l'immeuble van Steenburgh. Des travaux importants seront entrepris aux trois étages de cet immeuble (nord et sud), ainsi qu'au sept étages de la tour des services. Ils concerneront l'enveloppe du bâtiment et l'élimination de problèmes de HST ainsi que de problèmes d'électricité et de mécanique. Une fois ces travaux terminés, l'immeuble sera d'un accès facile et il sera aussi conforme aux codes de construction modernes; des stratégies de développement durable seront intégrées aux phases de planification, d'étude et de mise en œuvre. Il sera tenu compte de l'importance de l'immeuble van Steenburgh en tant qu'édifice du patrimoine pendant la phase d'étude, qui débutera au cours de l'hiver 2005. Tous les travaux pourraient être terminés d'ici 2008.

Collectivement, ces projets assureront le renouvellement des vieux bâtiments de l'Institut.

Lloyd Oickle et Richard LaPierre, des mécaniciens à moteurs Diesel et hors bord, dans le nouveau atelier à moteur Diesel de l'immeuble Vulcan

Au milleu de nos communautés

Extension des services de l'IOB à la collectivité en 2004

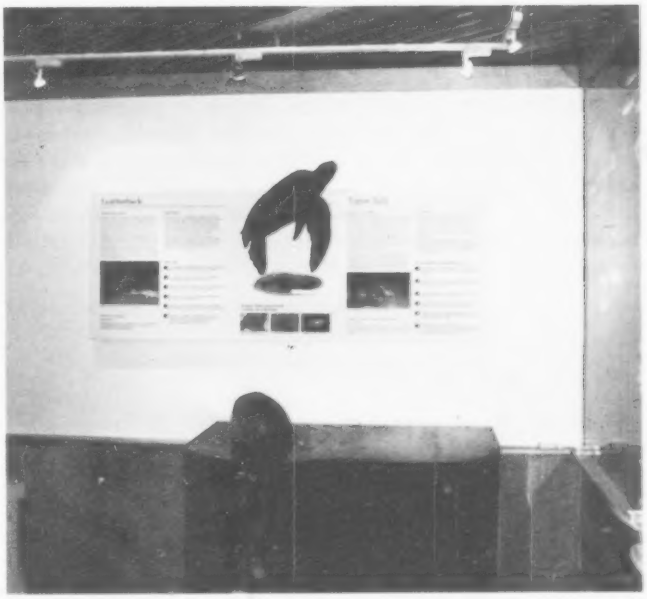
PÊCHES ET OCÉANS CANADA

Joni Henderson

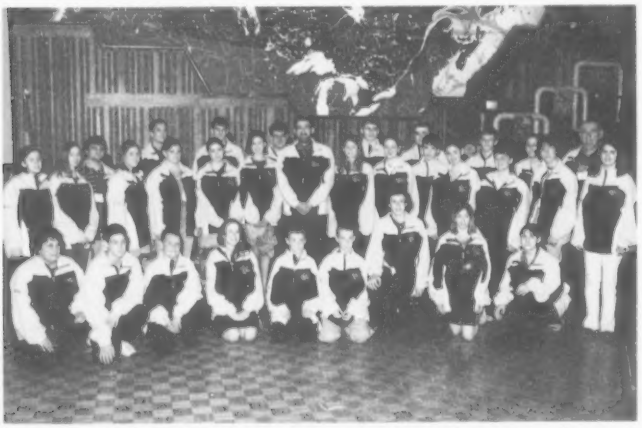
La troisième expo-sciences annuelle d'Équipe Nouvelle-Écosse s'est tenue à l'IOB en avril. C'est Richard Wassersug (Ph.D.) de l'Université Dalhousie qui a prononcé à cette occasion le discours-programme, qui portait sur la biologie en apesanteur, devant un auditoire enthousiaste. Les membres du personnel de l'Institut et des invités, parmi lesquels l'honorable Jamie Muir, ministre de l'Éducation de la Nouvelle-Écosse, ont fait le tour de l'exposition et des travaux gagnants et ils se sont entretenus avec les jeunes scientifiques. Le grand public a aussi été invité à visiter l'exposition et à souhaiter bonne chance aux élèves à l'expo-sciences nationale à St. John's, Terre-Neuve-et-Labrador, à laquelle ils allaient ensuite participer.

Le concours d'affiches de la Journée mondiale des océans, qui était axé cette année sur le thème *Découvrez l'océan à votre porte* et qui s'adressait aux élèves des écoles secondaires de premier cycle et de deuxième cycle, a attiré plus de 100 participants. Les dix premiers sélectionnés ont reçu une photographie encadrée de leur affiche et un coupe-vent de la Journée mondiale des océans. Les trois premiers de ces gagnants ont en outre eu droit à une visite de l'IOB et à un déjeuner à bord d'un navire de la Garde côtière canadienne.

Le MPO, qui gère le programme de visites de l'IOB, a recensé 4 078 visiteurs de mai à août 2004. Si cela représentait une hausse des « visites guidées », le nombre total de visiteurs était lui légèrement en recul par rapport aux années précédentes. Ce déclin est imputable à l'annula-



Le module d'exposition de tortue luth



Équipe Nouvelle-Écosse 2004, avant son départ pour l'expo-sciences nationale

Le module d'exposition de corégone atlantique

Un simulateur de timonerie de navire

tion des visites « autoguidées », due au resserrement des mesures de sécurité. Par le passé, les petits groupes et les familles qui le souhaitaient pouvaient venir à l'Institut effectuer une visite autoguidée, plutôt qu'une visite guidée. Cela laissait aux guides la possibilité de s'occuper des groupes plus imposants. En 2004, les guides ont consacré une bonne partie de leur temps à partager leurs connaissances avec des groupes relativement petits, privant par la même occasion de ce temps les plus grands groupes. Il faut savoir que les demandes de visites de l'IOB sont supérieures à notre capacité d'y répondre.

Le Laboratoire des poissons et l'avillon de la mer a continué d'avoir la faveur du public. Les gens aiment observer la faune et la flore marines. Les améliorations apportées à la visite guidée ont été bien accueillies. Le module d'exposition sur la cartographie du fond marin a été amélioré et remstallé près de celui sur le Titanic pour laisser la place à une exposition sur les « espèces en péril », qui a remporté un formidable succès. Cette exposition se compose des éléments suivants :

- Une maquette de queue de baleine noire, grandeur nature
- Une reproduction de tortue luth, grandeur nature
- Une toile interactive, que les visiteurs tournent pour déterminer s'ils parviendraient à survivre en tant que crétgine atlantique, contre tous les obstacles auxquels fait face ce poisson
- Un caisson en plexiglas contenant des saumons atlantiques à divers stades de leur cycle biologique, que les jeunes visiteurs peuvent faire nager.

Des panneaux d'interprétation complètent le tout et présentent de l'information sur ces espèces en péril et sur le travail effectué par le personnel du MPO à l'IOB pour contribuer à leur survie.

A également été ajouté à l'intérieur de la visite guidé un simulateur de timonerie de navire. Les visiteurs sont invités à y prendre le gouvernail et à découvrir ainsi les caractéristiques opérationnelles des navires scientifiques de l'IOB. Les images vidéo prises en mer par l'équipage du NGCC *Hudson* ont même réussi à donner le mal de mer à quelques visiteurs!

Les employés du MPO ont aussi continué de répondre aux demandes

Deux excursions étaient offertes dans le cadre de l'atelier d'éducation en géosciences. D'abord, le groupe s'est rendu en divers endroits de la municipalité régionale d'Halifax pour en apprendre plus sur les roches aurifères du groupe de Méguma, sur les dépôts de la dernière glaciation et sur les problèmes environnementaux locaux. La deuxième excursion consistait en une journée, aussi éducative que divertissante, à la découverte des roches du Carbonifère et du Trias ainsi que de leurs fossiles. Pour l'occasion, un autobus de transport scolaire a servi de classe mobile et permis d'effectuer des présentations et de tenir des discussions. Des arrêts ont eu lieu à la plage Blue, à l'anse Rainy (ci-dessus) et à Walton.

Pour la première fois, des confrères de l'extérieur de la province se sont ajoutés aux enseignants de la Nouvelle-Écosse qui participaient à l'atelier. Il s'agissait en l'occurrence de Bill MacIntyre, le consultant en sciences de l'Île-du-Prince-Édouard et de David Serkook, un directeur d'école d'Iqaluit, qu'on voit ici en train de participer à un des travaux pratiques de la séance sur le pétrole et le gaz extracôtiers. David a aussi effectué la danse du tambour Inuit pendant la cérémonie inaugurale.

d'écoles, d'universités et du grand public pour l'organisation de périodes de jumelage/observation au poste de travail ou pour la participation comme conférenciers à diverses activités scientifiques. Leurs initiatives en ce sens témoignent de l'engagement du personnel de l'IOB envers la sensibilisation de la collectivité aux activités océanographiques de l'Institut.

RESSOURCES NATURELLES CANADA

Jennifer Bates, Sonya Dehler, Rob Fensome, Nelly Koziel, Bill MacMillan, Patrick Potter, John Shimeld et Graham Williams

Chaque année, le nombre de scientifiques qui participent à des activités d'éducation communautaire va croissant. Le personnel de la Commission géologique du Canada (CGC) (Atlantique) investit bénévolement ses services dans le Programme d'ateliers d'éducation en géosciences, contribue au GéoNet et participe à l'avancement de la connaissance géoscientifique parmi la collectivité.

L'année 2004 a été celle du 10e anniversaire du Programme d'ateliers d'éducation en géosciences. L'atelier de cette année, tenu à l'IOB, avait pour thème l'histoire géologique de la Nouvelle-Écosse (Voir **Regard sur 2004 : Ateliers et réunions spéciales.**) Ce thème a été décliné durant trois jours de formation interactive pour les enseignants en sciences de la terre de la Nouvelle-Écosse. Les participants ont apprécié l'approche thématique et convenu de la retenir pour les ateliers futurs.

L'atelier d'éducation en géosciences a été organisé par un comité composé de représentants des milieux géoscientifiques et éducatifs de la province. Il était financé par le comité national du Programme d'éducation en géosciences, et bénéficiait de contributions en nature de la CGC Atlantique, du ministère des Ressources naturelles de la Nouvelle-Écosse, du Musée d'histoire naturelle de la Nouvelle-Écosse, de l'Université Dalhousie, de l'Université St. Mary's, de divers établissements et conseils scolaires ainsi que de la Atlantic Science Links Association.

Le GéoNet (http://earthnet-geonet.ca) — la seule source d'information en ligne sur les sciences de la terre à la disposition des enseignants et élèves canadiens de tous les niveaux — s'est implanté encore un peu plus en 2004. En effet, Godfrey Nowlan, de la CGC à Calgary, a accepté de diriger le comité national de GéoNet et il a entrepris de mettre en place des représentations locales de GéoNet dans toutes les provinces et dans tous les territoires. L'élaboration des sites Web a été confiée au comité de développement du GéoNet, qui lui-même relève de la CGC Atlantique et se compose de membres des secteurs des géosciences et de l'enseignement. La CGC reste le principal soutien de ce programme d'éducation communautaire.

En 2004, des employés de RNCan ont participé, en temps que membres du comité d'éducation de Société géoscientifique de l'Atlantique (SGA), à l'élaboration de *Nova Scotia Rocks*, une brochure qui décrit

La réussite du Programme d'ateliers d'éducation en géosciences repose sur la connaissance, l'expérience et l'enthousiasme des géoscientifiques et des enseignants. Terry Goodwin, du ministère des Ressources naturelles de la Nouvelle-Écosse, explique ici l'histoire géologique complexe de la roche sous jacente d'Halifax.

certains des sites géologiques les plus intéressants de la province. Par ailleurs, plusieurs membres du personnel ont été invités à donner des conférences dans des écoles, des universités et des bibliothèques, à être juges d'expo-sciences et à prendre part à des réunions communautaires. Il faut signaler en particulier la série de conférences données en soirée par le Musée d'histoire naturelle de la Nouvelle-Écosse pour la quatrième saison et qui a continué d'attirer de nombreux participants. Le travail des employés de RNCan auprès de la SGA se poursuit dans le cadre de divers projets, comme le vidéo sur le port d'Halifax, une affiche Géopanorama d'Halifax et le programme d'éducation communautaire en vue de la réunion commune de l'Association géologique du Canada, l'Association minéralogique du Canada, la Canadian Society of Petroleum Geologists et la Société canadienne de la science du sol à Halifax.

La collaboration avec les musées, avec les centres, sociétés et associations scientifiques et avec d'autres organismes gouvernementaux est essentielle à l'élaboration d'activités et d'outils éducatifs, permettant d'enseigner les géosciences. Sont tout aussi importantes les contributions des artistes : concepteurs, peintres, dessinateurs et photographes ajoutent à tout outil éducatif. Il faut savoir aussi que par l'entremise de la SGA, le personnel de RNCan prend part avec l'Université du Nouveau-Brunswick et avec l'Université St. Francis Xavier à un projet concerté qui s'inscrit dans le programme CRYSTAL du CRSNG et qui donne aux participants des occasions de collaborer à des travaux scientifiques avec d'autres personnes de la région de l'Atlantique.

L' Association des amis de l'océan de l'IOB : bilan des réalisations de 2004

Donald Peer, Président

L'Association des amis de l'océan de l'IOB (AAO-IOB) a été créée par un groupe de fonctionnaires à la retraite ayant travaillé dans le domaine des sciences océanologiques et de l'hydrographie, qui ont en un commun un intérêt soutenu pour l'IOB. En plus d'organiser des activités sociales, l'AAO s'intéresse à l'histoire de l'Institut et cherche à mieux faire connaître les océans au public. Peut en être membre quiconque partage ses objectifs. Actuellement, l'AAO cherche à préserver le matériel d'archive de l'Institut.

ARCHIVES DE LA BIBLIOTHÈQUE

Le Comité des archives de la bibliothèque de l'AAO, présidé par Bosko Loncarevic (Ph.D.) avec l'aide de la bibliothécaire-archiviste de l'IOB Marilynn Rudi, a œuvré à l'établissement d'un protocole d'entente concernant un programme d'archives de la bibliothèque à l'IOB. Ce protocole, signé par la direction de l'IOB et par l'AAO, permet d'éviter que des documents de la bibliothèque ne soient pas éliminés. L'objectif des archives de l'IOB est la préservation de tous les documents de l'IOB qui présentent un intérêt documentaire et dont les Archives nationales du Canada n'ont pas fait l'acquisition. Cela comprend les rapports de missions en mer et les contributions écrites à des organismes nationaux et internationaux, autant de documents complémentaire aux textes publiés officiellement dans des revues scientifiques et rapports techniques.

ARCHIVES DE MATÉRIEL

À la fin du XX^{e} siècle, les progrès réalisés dans la conception du matériel océanographique ont été si rapides que les premiers prototypes de ce matériel sont devenus parfois si vite désuets qu'on ne se souvient plus aujourd'hui de leur existence et de leurs caractéristiques fonctionnelles. Or, l'importance des données historiques repose sur la connaissance du matériel qui a servi à les recueillir. Le Comité des archives de matériel, présidé par Charles Schafer (Ph.D.), comprend des membres qui ont soit utilisé cet ancien matériel, soit pris part à sa conception. Ces pièces de matériel sont précieuses aussi pour l'éducation du public, car elles illustrent l'histoire des réalisations du personnel de l'IOB. Le comité a proposé que soit créé à l'Institut un centre d'éducation sur les océans, où on pourrait entreposer et exposer des objets à valeur historique. Sa proposition a été acceptée par la direction de l'IOB et de l'espace sera réservé à ce projet dans les rénovations futures de l'établissement.

Cette photo provenant des archives de l'IOB montre l'étrave du pétrolier britannique *Kurdistan*, que la Marine canadienne est en train de couler au large de la Nouvelle-Écosse. La rupture de ce navire lors d'une tempête dans le détroit Cabot, au large des côtes de la Nouvelle-Écosse, les 16 et 17 mars 1999, avait occasionné le déversement de 7 000 tonnes d'hydrocarbures. L'étrave ne contenant pas d'hydrocarbures, elle avait été coulée, tandis que la partie arrière du navire avait été remorquée jusqu'à terre, où on avait récupéré les hydrocarbures restant dans les soutes. À l'époque, l'IOB avait mobilisé un groupe de scientifiques ayant de l'expérience dans les déversements d'hydrocarbures pour aider la Garde côtière à maîtriser la marée noire du *Kurdistan*. Dans la foulée de cette marée noire, les scientifiques de l'Institut avaient effectué des recherches sur ses répercussions, organisé et tenu un atelier de deux jours traitant de tous les aspects du déversement et publié le compte rendu de cet atelier.
Photo du ministère de la Défense nationale

ARCHIVES PHOTOGRAPHIQUES

Le Comité des archives photographiques, présidé par Michel Latrémouille, est en train d'identifier et de cataloguer un grand nombre de diapositives et de négatifs datant d'avant 1980. Cela nécessite que d'anciens membres du personnel de l'IOB identifient le contenu des clichés et établissent les légendes de ceux-ci. Une collection de photos de l'ancien Laboratoire d'Halifax du MPO est particulièrement digne d'intérêt.

PRIX BELUGA 2004

Le prix Beluga est un hommage important rendu à des collègues estimés. À son assemblée générale annuelle, tenue le 19 mai 2004, l'AAO-IOB a décerné ce prix à David McKeown (Ph.D.) en reconnaissance de ses 35 ans de carrière à l'IOB. (Voir la partie Regard sur 2004 : Distinctions honorifiques et hommages.)

ACTIVITÉS DES MEMBRES

La série des séminaires de l'AAO-IOB s'est poursuivie en février, avec une conférence d'Alan Ruffman sur le tremblement de terre et le tsunami survenus en 1929 dans la péninsule de Burin, à Terre-Neuve. Le séminaire d'automne a été l'occasion pour David Walker, du Musée maritime de l'Atlantique, de nous entretenir de l'histoire et de l'état actuel du CSS Acadia. Par ailleurs, les membres de l'AAO se sont réunis en été pour un repas-partage et barbecue sur le lac Springfield et en hiver pour la fête de Noël de l'IOB. Le bulletin de l'AAO tient tous les membres informés de ses activités et de celles qu'organisent certain d'entre eux. Un groupe de rédaction a été mis sur pied pour produire le bulletin. L'AAO invite tous les intéressés à se joindre à elle, à venir rencontrer de vieux amis, à contribuer à ses programmes et à profiter de ses activités sociales. Pour en savoir plus long, veuillez consulter le site Web www.bedfordbasin.ca.

L'IOB au service de la communauté en 2004

Fidèle à ce qui est maintenant une longue tradition, le personnel de l'IOB a continué en 2004 à servir la communauté. Dans le cadre de la Campagne de charité en milieu de travail du gouvernement du Canada (CCMTGC), il a recueilli des fonds s'élevant à 65 624,92 $, grâce à des contributions personnelles et des activités-bénéfices. La CCMTGC a été pour les employés l'occasion de se réunir pour se divertir, par exemple dans le cadre du concert « Beat the Winter Blues » et de la séance de hockey-patinage-danse de Noël, et de prendre part à des concours animés, comme le « Défi du chili et du curry ». Le produit de ces diverses activités est versé à la campagne, qui cette année a été dirigée par les responsables de compte Maureen MacDonald (RNCan) et Rhonda Coll (MPO).

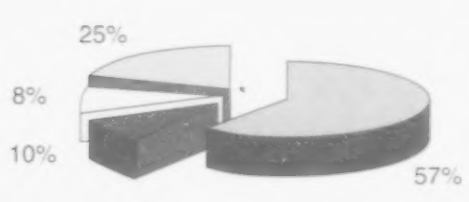
D'autres activités de bienfaisance ont été organisées par divers groupes dans tout l'IOB. Ainsi, en plus de gérer la vente de livres annuelle, le personnel de la bibliothèque a organisé un « arbre des anges de Noël », qui lui a permis de recueillir des cadeaux pour une centaine d'enfants défavorisés. La Division des sciences du milieu marin du MPO a pour sa part organisé des tirages au sort et trois pauses-café festives dans le but de se procurer des cadeaux et de la nourriture pour dix-sept personnes. Comme par le passé, dans le cadre de leur opération « cadeau de Noël de la générosité », des bénévoles de l'IOB ont confectionné et livré des boîtes-repas de Noël pour la banque d'alimentation de la rue Parker. La banque d'alimentation a aussi bénéficié d'une opération de collecte de nourriture et de vêtements d'hiver organisée dans l'ensemble de l'Institut. Enfin, la vente annuelle de jonquilles de la Société canadienne du cancer a remporté un franc succès auprès des employés, qui ont par ailleurs souscrit par des dons et des fournitures à la cause de la SPCA.

La meilleure citrouille de l'Halloween – Concours de sculpture de citrouilles de RNCan

Ressources humaines et financières

Le financement de l'Institut : provenance et utilisation

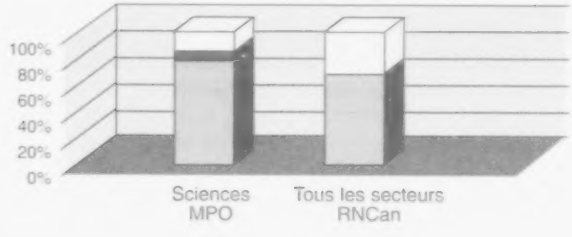
Crédit parlementaire annuel



MINISTÈRE	SECTEUR	MONTANT (000 $)
MPO	Sciences	22,672
MPO	Océans et de l'Habitat	3,786
MPO	Informatique	3,200
RNCan	Tous	9,682

Environnement Canada et le MDN ont du personnel à l'IOB. Ces ressources ne sont pas comprises dans les chiffres indiqués ci-dessus.

Autres sources de financement

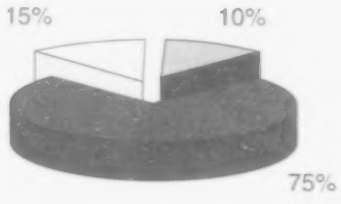


MINISTÈRE	SECTEUR	GOUVERNEMENT (000 $)	INSTITUTIONS (000 $)	INDUSTRIE (000 $)
MPO	Sciences	3,516	771	2,388
RNCan	Tous	2,487		1,245

Industrie Institutions Gouvernement

Dépenses dans le cadre des programmes

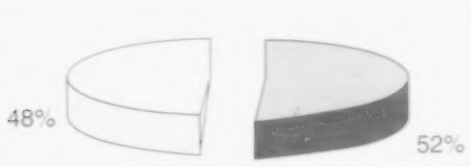
MPO Science



SECTEUR	MONTANT (000 $)
Sciences du milieu marin	3,362
Sciences biologiques et océanologiques	25,780
Hydrographie	5,204

Dépenses dans le cadre des programmes

Océans et de l'Habitat MPO

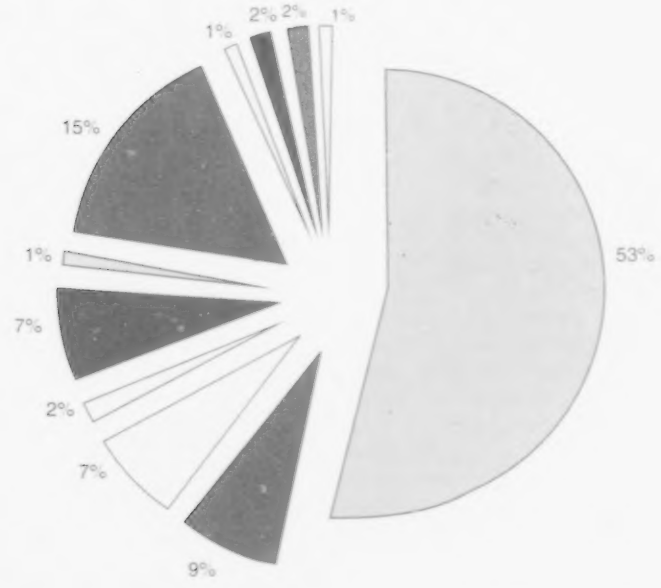


SECTEUR	MONTANT (000 $)
Gestion de l'habitat	2,030
Océans	1,882

RNCan

	MONTANT (000 $)
Recherche	8,719
Technologie/Équipement	4,695

Effectif de l'IOB par ministère et service



MPO - Sciences	354
MPO - Océans et de l'Habitat	59
MPO - Informatique	47
MPO - Autre	10
MPO - Garde côtière services techniques	46
MPO - Aquaculture	5
RNCan – CGC Atlantique	105
Laboratoires EC	4
MDN – Bureau des levés	13
TPGSC – Opérations surplace	10
Unités de coordination de recherche	9
Total	662

Chiffres provenant de la liste du personnel et ne comprenant pas les entrepreneurs, les étudiants, les chercheurs invités ou les scientifiques émérites.

Personnel de l'IOB en 2004

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE NATIONALE

Capc Jim Bradford
Capc Robert Smith
Ltv Scott Moody
PM 2 Ghislain Charest
PM 2 Ian Ross*
M 1 Wendy Martin
M 2 Ron Clark
M 2 Leslie Guyomard
M 2 Jeff Sooley
Matc Tina LaCroix
Mat 1 Ronnie Meltzer
Mat 1 Sean Truswell
Mat 1 Karen Warren

ENVIRONNEMENT CANADA

Margot Boudreau, étudiante
Christopher Craig
David MacArthur
Robby MacLeod, étudiant
Laura O'Connor, étudiante
Diane Tremblay
Jamie Young

PÊCHES ET OCÉANS CANADA

Garde côtière canadienne – Services techniques

Électronique de marine
Jim Wilson, surveillant
Gerry Dease
Mylene DiPenta
Don Eisener*
Jason Green
David Levy
Robert MacGregor
Richard Malin
Morley Wright
Mike O'Rourke
Mark Robbins

Soutien aux navires
Andrew Muise, surveillant
Tom Hann (détachement)
Richard LaPierre
Lawrence Morash (détachement)
Steve Myers
Lloyd Oickle
Harvey Ross
David Usher

Aides maritimes et Entretien
Phil Nelson, coordonnateur p.i.
Martin LaFitte
Leonard Mombourquette
Richard Myers
Raymond Smith

Atelier technique de Dartmouth
Paul Mckiel, surveillant
Lorne Anderson
Barry Baker
Bob Brown
Ray Clements
Allen Crowell
Peter Ellis
Milo Ewing
Brian Fleming
Heather Kinrade
Susan Kolesar
Susan Lever
Pat Lindsay
Andrew Malloy
Doug Murray
Derek Oakley
John Reid
Tom Roberts
Helmut Samland
Dave Somerton
Mike Szucs
Phil Veinot

Garde côtière canadienne – Services opérationnels

Michelle Brackett

Direction des sciences

Bureau du directeur régional
Michael Sinclair, directeur
Marie Charlebois-Serdynska
Richard Eisner
Dianne Geddes*
Sharon Morgan
Ann Nicholson
Sherry Niven, Projet Hypatia
Bettyann Power
Tara Rumley

Groupe d'information pour la science
John O'Neill, Head
Jim Gale, SABS
Lenore Bajona
Anthony Joyce
Kohila Thana

Service hydrographique du Canada (Atlantique)
Richard MacDougall, directeur
Bruce Anderson
Carol Beals
Dave Blaney
Frank Burgess
Bob Burke
Fred Carmichael
Mike Collins
Chris Coolen
Gerard Costello
Andy Craft
John Cunningham
Elizabeth Crux
Tammy Doyle
Theresa Dugas
Steve Forbes
Doug Frizzle*
Jon Griffin
Judy Hammond
Jolette Hannon
James Hanway
Heather Joyce
Glen King
Mike Lamplugh
Christopher LeBlanc
Bruce MacGowan
Carrie MacIsaac
Grant MacLeod
Clare McCarthy
Dave McCarthy
Paul McCarthy
Mark McCracken
Dale Nicholson
Larry Norton
Stephen Nunn
Charlie O'Reilly
Nick Palmer
Richard Palmer
Paul Parks
Stephen Parsons
Bob Pietrzak
Vicki Randhawa
Doug Regular
Gary Rockwell

Les employés nommés pour une durée déterminée, les employés occasionnels, les stagiaires, les étudiants et les entrepreneurs figurent sur la présente liste s'ils ont travaillé pendant au moins quatre mois à l'IOB en 2004. * Retraité/e en 2004

Glenn Rodger
Dave Roop
Tom Rowsell
Chris Rozon
Mike Ruxton
Cathy Schipilow
June Senay
Alan Smith
Andrew Smith
Nick Stuifbergen
Michel Therrien
Herman Varma
Wendy Woodford
Craig Wright
Craig Zeller

Division des poissons diadromes
Larry Marshall, gestionnaire
Peter Amiro
Rod Bradford
Henry Caracristi
Alan Cook
Daniela Denti
Jamie Gibson
Carolyn Harvie
Phil Hubley
Eric Jefferson
Dave Longard
Shane O'Neil
Patrick O'Reilly
Karen Rutherford
Debbie Stewart

Daisy Williams

DPD – Services hors murs
Leroy Anderson
Mary Allen
Doug Aitken
Judy Anderson
Krissy Atwin
Denzil Bernard
Bev Davison
Claude Fitzherbert
Jason Flanagan
David Francis
Dawn Goff
Trevor Goff
Michael Goguen
Randy Guitar
Ross Jones
Craig Keddy
Beth Lenentine
Danielle MacDonald
William MacDonald
John Mallery
Andrew Paul
Robert Pelkey
Greg Perley
Rod Price
Christie Robinson, étudiante
Francis Solomon
Louise Solomon
Brian Sweeney
Michael Thorburne
Malcolm Webb
Ricky Whynot
William Whynot
John Whitelaw
Gary Whitlock

DPD – Centre des pêches du Golfe
Paul LeBlanc

Division des invertébrés
René Lavoie, gestionnaire
Jerry Black
Clare Carver, bénévole
Manon Cassista
Amy Chisholm
Jae Choi
Ross Claytor
Andrew Cogswell
Nellie Cormier, bénévole
Michele Covey
Ron Duggan
Cheryl Frail
Raj Gouda, bénévole
Lorraine Hamilton
Stephanie Howes, bénévole
Lea-Anne Henry
Trevor Kenchington, bénévole
Peter Koeller
Mark Lundy
Barry MacDonald
Bob Miller
Stephen Nolan
Doug Pezzack
Alan Reeves
Shawn Roach
Ginette Robert
Dale Roddick
Kevin Strychar, bénévole
Bob Semple
Glyn Sharp
Angelica Silva
Stephen Smith
Koren Spence
Amy Thompson, étudiante
Daniel Thompson
John Tremblay
Benedikte Vercaemer
Cathy Wentzell
Linda Worth-Bezanson
Ben Zisserson

Centre pour la biodiversité marine
Ellen Kenchington, directrice
Victoria Clayton

Division des poissons de mer
Wayne Stobo, gestionnaire
Shelley Bond
Don Bowen
Bob Branton
Alida Bundy
Steve Campana
Rachel Cassoff
Christie Dyer
Peter Comeau
Wanda Farrell
Mark Fowler
Melanie Hurlburt
Peter Hurley
Warren Joyce
Bill MacEachern
Linda Marks
Tara McIntyre
Jim McMillan
Jeff McRuer
Bob Mohn
Rachelle Noel
Patrick O'Laughlin
Jim Reid
Mark Showell
Jim Simon
Nancy Stobo
Clarissa Theriault
Kurtis Trzinski
Scott Wilson
Gerry Young
Kees Zwanenburg

DPM – Services hors murs
Susan D'Entremont
Gilbert Donaldson
Jim Fennell

Division des sciences océanologiques
Peter Smith, gestionnaire
Gabriela Gruber
Meg Burhoe

Océanographie biologique

Glen Harrison, chef
Jeffrey Anning
Florence Berteville, étudiante
Bilal Bjeirmi
Heather Bouman, étudiante
Jay Bugden
Benoit Casault
Carla Caverhill
Emmanuel Devred, bourse postdoctorale
Paul Dickie*
Marie-Hélène Forget, étudiante
Cesar Fuentes-Yaco, attaché de recherche
Leslie Harris
Erica Head
Edward Horne
Mary Kennedy

Les employés nommés pour une durée déterminée, les employés occasionnels, les stagiaires, les étudiants et les entrepreneurs figurent sur la présente liste s'ils ont travaillé pendant au moins quatre mois à l'IOB en 2004. * Retraité/e en 2004

Paul Kepkay
Marilyn Landry
William Li
Alan Longhurst, scientifique invité
Heidi Maass
Anitha Nair, étudiante
Markus Pahlow, attaché de recherche
Kevin Pauley
Linda Payzant
Trevor Platt
Catherine Porter
Douglas Sameoto
Jeffrey Spry
Shino Takahashi
Alain Vézina
George White

Océanologie côtière
Simon Prinsenberg, chef
Catherine Barrault
Dave Brickman
Gary Bugden
Sandy Burtch
Jason Chaffey
Joël Chassé
Brendan DeTracey
Ewa Dunlap
Frederic Dupont, bourse postdoctorale
Ken Frank
Dave Greenberg
Charles Hannah
Helen Hayden
Bob Lively*
Ingrid Peterson
Brian Petrie
Liam Petrie
Roger Pettipas
Charles Tang
Chou Wang

Circulation océanique
John Loder, chef
Robert Anderson
Karen Atkinson
Kumiko Azetsu-Scott
Berit Babe, scientifique invité
Aflyn Clarke
Sharon Gillam-Locke
Blair Greenan
Doug Gregory
Yijun He, scientifique invité
Ross Hendry
Jeff Jackson
Peter Jones
David Kellow
Zhenxia Long, bourse postdoctorale
Youyu Lu
Neil Oakey*
Roberto Padilla-Hernandez, scientifique invité
William Perrie
Xuejuan Ren, stagiaire invité
Marion Smith
Brenda Topliss
Bash Toulany
Dan Wright
Igor Yashayaev
Frank Zemlyak
Weibiao Zhang, scientifique invité
Qingping Zou, scientifique invité

Physique océanique
Michel Mitchell, chef
Brian Beanlands
Larry Bellefontaine
Don Belliveau
Rick Boyce
Derek Brittain
Norman Cochrane
John Conrod
Helen Dussault
George Fowler*
Jim Hamilton
Bert Hartling
Alex Herman
Randy King
Bruce Nickerson*
Ted Phillips*
Merle Pittman
Bob Ryan
Murray Scotney
George States
Scott Young*

Ingénierie des systèmes
George Steeves, surveillant
Garon Awalt
Kelly Bentham
Bob Ellis
Bruce Julien
Mike LaPierre
Daniel Moffatt
Glen Morton
Neil MacKinnon
Val Pattenden
Todd Peters
Nelson Rice
Greg Siddall
Leo Sutherby

Division de l'étude du milieu marin
Paul Keizer, gestionnaire
Jim Abriel
Byron Amirault
Debbie Anderson
Carol Anstey
Marie Archambault
Shelley Armsworthy
Robert Benjamin
Cynthia Bourbonnais
Chiu Chou
Pierre Clement
Matthew Coady, étudiant
Susan Cobanli
Stephanie Cooper
Peter Cranford
John Dalziel
Jennifer Dixon
Grazyna Folwarczna
Don Gordon
Gareth Harding
Barry Hargrave
Jocelyn Hellou
Rosalie Allen Jarvis
Ali Khelifa
Thomas King
Brent Law
Ken Lee
Jim Leonard
Kevin MacIsaac
Paul MacPherson
Ole Mikkelsen
Tim Milligan
John Moffatt
Rick Nelson
Lisa Paon
Georgina Phillips*
Brian Robinson
Sheila Shellnut
Judy Simms
John Smith
Sean Steller
Peter Strain
Peter Thamer, étudiant
Laurie Tremblay, étudiante
Herb Vandermeulen
Peter Vass*
Gary Wohlgeschaffen
Philip Yeats

Processus consultatif régional des provinces Maritimes (PCR)/Services de diffusion
Bob O'Boyle, coordonnateur
Guillian Doell, étudiante
Steven Fancy, étudiant
Keli Fisher, étudiante
Joni Henderson
Valerie Myra
Tana Worcester

Bureau de coordination pour les espèces en péril
Diane Beanlands
Lynn Cullen
Arran McPherson
Kirsten Querbach
Kimberly Robichaud-LeBlanc

Les employés nommés pour une durée déterminée, les employés occasionnels, les stagiaires, les étudiants et les entrepreneurs figurent sur la présente liste s'ils ont travaillé pendant au moins quatre mois à l'IOB en 2004. * Retraité/e en 2004

Direction des océans et de l'habitat
Bureau de la directrice régionale
Faith Scattolon, directrice régionale
Carol-Ann Rose, directrice régionale p.i.
Trudy Wilson, directrice adjointe
Jane Avery
Shawna Bourque
Bev Grant
Jaime Wombolt

Division de la gestion de l'habitat
Paul Boudreau, gestionnaire
Victoria Burdett-Coutts
Stacey Burke
Joe Crocker
Karen Curlett
Rick Devine
Joy Dubé
Joanne Gough
Anita Hamilton
Tony Henderson
Darren Hiltz
Stacey Hynes
Carol Jacobi
Brian Jollymore
Darria Langill
Jim Leadbetter
Melanie MacLean
Charlene Mathieu
Shayne McQuaid
Amanda Park
Marci Penny-Ferguson
Ted Potter
Peter Roger
Tammy Rose
Carol Sampson
Heidi Schaefer
Phil Seeto
Carol Simmons
Reg Sweeney*
Phil Zamora

Services hors murs (Centre des pêches du Golfe)
Ted Currie
Dale Hood

Division de la gestion côtière et des océans
Joe Arbour, gestionnaire
Shauna Barrington, étudiante
Heather Breeze
Debi Campbell
Lesley Carter
Scott Coffen-Smout
Penny Doherty
Dave Duggan
Derek Fenton
Jennifer Hackett
Tim Hall
Glen Herbert
Tracy Horsman
Stanley Johnston
Paul Macnab
Denise McCullough
Melissa McDonald
David Millar
Jason Naug
Celeine Renaud
Bob St-Laurent
Maxine Westhead

Bureau de coordination de l'aquaculture
Mark Cusack, directeur
Valerie Bradshaw
Darrell Harris
Cindy Webster
Sharon Young

Biens immobiliers, protection et sécurité
Brian Thompson, Chef de site principal
Judy Lutley

Finances et Administration
Services des contrats
Joan Hebert-Sellars
Services du matériel (magasins)
Larry MacDonald
Bob Page
Ray Rosse

Direction des communications
Art Cosgrove
Francis Kelly
Carl Myers

Informatique
Services technologiques
Gary Somerton, chef
Chris Archibald
Julia Armstrong
Keith Bennett
Paulette Bertrand
Patrice Boivin
Doug Brine
Bruce Fillmore
Judy Fredericks
Lori Gauthier
Marc Hemphill
Charles Mason
Jim Middleton
Sue Paterson
Tim Rodgers
Andrea Segovia
Mike Stepanczak
Paul Thom
Michael VanWageningen
Charlene Williams
Paddy Wong

Services aux clients
Sandra Gallagher, chef p.i.
Mike Clarke
Bonnie Fillmore
Pamela Gardner
Ron Girard
Jeff Hatt
Carol Levac
Dave MacDonald
Roeland Migchelsen
Juanita Pooley
Kevin Ritter
Krista Wry
Bobbi Zahra

Division des services aux programmes
Tobias Spears, chef
Florence Hum
Adrian Inness

Bibliothèque
Anna Fiander, chef
Rhonda Coll
Lori Collins
Lois Loewen
Maureen Martin
Marilynn Rudi
Diane Stewart

Dossiers
Jim Martell, surveillant
Myrtle Barkhouse
Carla Sears

RESSOURCES NATURELLES CANADA
Commision géologique du Canada (Atlantique)

Bureau du directeur
Jacob Verhoef, directeur
Jennifer Bates
Pat Dennis
Carmelita Fisher
Don McAlpine
Judith Ryan

Administration
George McCormack, gestionnaire
Cheryl Boyd
Christine Doyle
Terry Hayes

Les employés nommés pour une durée déterminée, les employés occasionnels, les stagiaires, les étudiants et les entrepreneurs figurent sur la présente liste s'ils ont travaillé pendant au moins quatre mois à l'IOB en 2004. * Retraité/e en 2004

Cecilia Middleton
Julie Mills
Barb Vetese

Géosciences des ressources marines
Mike Avery
Ross Boutilier
Bob Courtney
Bernie Crilley
Claudia Currie
Sonya Dehler
Rob Fensome
Peter Giles
Paul Girouard
Gary Grant
Ken Hale
Evelyn Inglis
Arthur Jackson*
Ruth Jackson
Chris Jauer
Nelly Koziel
Paul Lake
Bill MacMillan
Anne Mazerall
Phil Moir
Gordon Oakey
Phil O'Regan
Russell Parrott
Stephen Perry
Patrick Potter
Wayne Prime
Matt Salisbury
John Shimeld
Phil Spencer
Barbe Sziavko
Frank Thomas
Hans Wielens
Graham Williams
Marie-Claude Williamson
Mark Williamson

Géosciences du milieu marin
Ken Asprey
Anthony Atkinson
David Atkinson
Marie Baker
Darrell Beaver
Robbie Bennett
Steve Blasco
Austin Boyce
Owen Brown
Calvin Campbel
Borden Chapman
Gordon Fader*
Robert Fitzgerald
Donald Forbes
Paul Fraser
David Frobel
Michael Furlong
Iris Hardy
Robert Harmes
Scott Hayward
David Heffler
Sheila Hynes
Kate Jarrett
Kimberley Jenner
Fred Jodrey
Heiner Josenhans
Edward King
Vladimir Kostylev
Bill LeBlanc
Michael Li
Robin Lucas
Maureen MacDonald
Kevin MacKillop
Bill MacKinnon
Gavin Manson
Susan Merchant
Bob Miller
David Mosher
Bob Murphy
Alan Orpin
Kathyrn Parlee
Michael Parsons
Eric Patten
Dick Pickrell
David Piper
Walta Rainey
Angus Robertson
John Shaw
Andy Sherin
Steve Solomon
Gary Sonnichsen
Bob Taylor
Brian Todd
Ethymios Tripsanas
Kevin Webb
Dustin Whalen
Bruce Wile

TRAVAUX PUBLICS ET SERVICES GOUVERNEMENTAUX CANADA

Leo Lohnes, gestionnaire de l'immobilier
Diane Andrews
Bob Cameron
Brian Fanning
Geoff Gritten
Paul Fraser
Jim Frost
Garry MacNeill
Phil Williams
Bill Wood

COMMISSIONNAIRES

William Bewsher
Paul Bergeron
Dave Cyr
John Dunlop
Donnie Hotte
Rex Lane
Leonard MonMinie
Francis Noonan
Don Smith
Lester Tracey

CAFÉTÉRIA

Kelly Bezanson
Lynn Doubleday
Laurie LePage
Mark Vickers

AUTRE PERSONNEL PRÉSENT À L'IOB

Groupe de coordination international des données sur la couleur de l'océan (IOCCG)
Venetia Stuart, scientifique chargée de direction

Partenariat pour l'observation globale des océans (POGO)
Shubha Sathyendranath, directrice administrative
Tony Payzant

Fishermen and Scientists Research Society (FSRS)
Jeff Graves
Carl MacDonald
Shannon Scott-Tibbetts

Geoforce Consultants Ltd.
Mike Belliveau
Graham Standen
Martin Uyesugi

Entrepreneurs
Michael Borek, Océanographie biologique
Derek Broughton, Poissons de mer
Catherine Budgell, Bibliothèque
Barbara Corbin, Dossiers
Tania Davignon-Burton, Poissons de mer
Kevin Desroches, SHC
Adam Drozdowski, Océanologie côtière
Bob Gershey, Circulation océanique
Yuri Geshelin, Circulation océanique
Adam Hanway, SHC
Matt Hawley, SHC
Yongcun Hu, Circulation océanique
Raouf Kilada, DI
Edward Kimball, Circulation océanique
Weibiao Li, Circulation océanique
Alexander MacLean, Informatique, Division des projets spéciaux
Louise Malloch, Océanographie biologique

Les employés nommés pour une durée déterminée, les employés occasionnels, les stagiaires, les étudiants et les entrepreneurs figurent sur la présente liste s'ils ont travaillé pendant au moins quatre mois à l'IOB en 2004. * Retraité/e en 2004.

Kathryn Mombourquette, DI
Jill Moore, Poissons de mer
Peter Payzant, Océanographie biologique
Tim Perry, Océanographie biologique
Merle Pittman, Physique océanique
Jeff Potvin, Informatique
Edith Rochon, Bibliothèque
Ron Selinger, Dossiers
Victor Soukhovtsev, Océanologie côtière
Jacquelyn Spry, Océnographie biologique
Tineke van der Baaren, Océanologique côtière
Tammy Waetcher, SHC
Alicia Williams, Poissons de mer
Inna Yashayaéva, Circulation océanique
Baoshu Yin, Circulation océanique

Scientifiques émérites
Piero Ascoli
Dale Buckley
Ray Cranston
Lloyd Dickie
Fred Dobson
Subba Rao Durvasula
Jim Elliott
George Fowler
Ken Freeman
Alan Grant
Peter Hacquebard
Ralph Halliday
Lubomir Jansa
Brian Jessop
Charlotte Keen
Tim Lambert
Don Lawrence
John Lazier
Mike Lewis
Doug Loring
David McKeown
Brian MacLean
Ron Macnab
Ken Mann
Clive Mason
Peta Mudie
Charlie Quon
Charlie Ross
Hal Sandstrom
Charles Schafer
Shiri Srivastava
James Stewart
John Wade

Reconnaissance
Le personnel du MPO désire exprimer sa reconnaissance pour la contribution et l'appui qu'il a reçus des capitaines et des membres d'équipage des navires de la Garde côtière canadienne affectés à l'assistance aux travaux de recherche de l'IOB.

Phil Hubley (à droite) est avec les ingénieurs du MPD (de la gauche) Hans Jansen et Vern Conrad. Ils étaient au lac Baker au nord du Nouveau-Brunswick afin de poursuivre des travaux de passe migratoire à poissons

IN MEMORIAM
Philip Douglas Hubley

Philip Douglas Hubley, un ingénieur renommé dans le domaine de la pisciculture et des passes migratoires qui travaillait à la Division des poissons diadromes de la Direction des sciences du MPO, est décédé le 12 juillet 2004, des suites d'un accident de la route survenu à l'Île-du-Prince-Édouard. Phil s'était joint en mars 1975 à la Division des poissons d'eau douce et des poissons anadromes, qui faisait partie de la Direction de la mise en valeur des ressources de ce qu'on appelait alors le Service des pêches et des sciences de la mer à Environnement Canada. Il avait auparavant obtenu un baccalauréat ès sciences de l'Université Dalhousie et un baccalauréat en ingénierie de la Technical University of Nova Scotia. Au moment de son décès, il commençait tout juste à envisager de prendre une retraite bien méritée. Tout au long de sa carrière, Phil a fait preuve d'un professionnalisme qui lui a valu le respect de ses collègues et pairs au gouvernement et dans le secteur privé, et cela tant au Canada qu'à l'étranger. Ardent défenseur de l'environnement, il s'investissait dans l'orientation de la gestion matérielle des installations fédérales de pisciculture (centres de biodiversité) dans toutes les provinces Maritimes et dans la conception de passes migratoires pour le poisson. Son expertise à cet égard comprenait la conception et la supervision de la construction de grandes passes migratoires ou échelles à poissons, permettant à ceux-ci de contourner les obstacles à leurs migrations. Il était un des trois ou quatre fonctionnaires qui se consacraient à ce travail au Canada. De nombreuses passes migratoires témoignent des prouesses techniques de Phil. Citons comme exemple la passe migratoire aménagée dans la rivière Liscomb au milieu des années 1970; cet ouvrage esthétique et qui ne nécessite pratiquement pas d'entretien est aussi efficace aujourd'hui qu'à l'époque de sa construction.

Phil avait aussi à cœur les travaux d'ingénierie associés aux établissements de pisciculture du MPO. C'est lui qui a conçu les installations faisant partie du grand projet d'agrandissement des établissements piscicoles de la Mactaquac, de la Mersey et de la Cardigan, et qui en a supervisé la construction. En 1991, ses travaux au centre d'accueil de la station de pisciculture de la Mactaquac lui ont valu un prix du sous-ministre. Plus récemment, il avait assuré des services techniques complets (comprenant l'entretien, la modification et l'agrandissement des ouvrages existants) aux centres de biodiversité et d'évaluation de la division. De 2002 à 2004, c'est lui qui s'était occupé de gérer les améliorations aux centres de biodiversité approuvées par le Conseil du Trésor, dont la valeur s'élevait à 3,5 M$. Une de ses dernières réalisations est le grand bâtiment à voûte du Centre de biodiversité de Coldbrook, qui abrite maintenant du saumon atlantique de l'arrière-baie de Fundy, espèce en voie de disparition. Le travail accompli par Phil pour empêcher la disparition des stocks de saumon atlantique et de corégone atlantique dans les Maritimes, et pour faciliter le rétablissement de ces espèces en voie de disparition, est l'héritage qu'il nous laisse.

Depuis la fin des années 1990, Phil veillait aussi au respect des exigences des articles 20-22 de la *Loi sur les pêches* concernant le passage du poisson vers l'amont ou vers l'aval des cours d'eau, les dispositifs d'arrêt ou de déviation du poisson, les barrières de dissuasion et le maintien d'un débit d'eau suffisant. Il négociait avec les promoteurs d'ouvrages fluviaux les caractéristiques de conception de ces ouvrages et les dispositions à prendre pour assurer le passage du poisson. Par exemple, c'est lui qui avait négocié avec la NS Power l'agrément, la modification ou la reconstruction de plus de 450 passes migratoires.

L'énergie et les capacités dont faisait preuve Phil dans son travail se reflétaient aussi chaque jour dans sa vie personnelle. Il jouait un rôle très actif, avec ses fils Brad et Richard, dans le club de soccer Dartmouth United ainsi que dans des clubs de curling, de volley-ball et de bridge. En hommage à la générosité avec laquelle il donnait de son temps, de son énergie et de ses talents, la gouverneure générale lui avait décerné la médaille du Jubilé en 2002. Phil et son épouse, Denise, ont tenu à leur domicile la fête annuelle de Noël de la division pendant près de 20 ans. À la suite des récentes réductions d'effectif, il y avait plus de retraités que d'employés en activité dans ces rencontres, qui ont largement contribué à rapprocher tous les membres de l'équipe de la Division des poissons diadromes.

L'optimisme, l'expertise, le sens de l'humour, les connaissances, les conseils, les histoires et la chaleur de Phil nous manqueront assurément.

DÉPARTS À LA RETRAITE EN 2004

Paul Dickie a pris sa retraite du MPO en octobre, mettant fin à une carrière de 31 ans comme biologiste à la Section de l'océanographie biologique. Natif de Stewiacke, en Nouvelle-Écosse, Paul a fait des études de microbiologie à l'Université de Guelph et s'est joint au Laboratoire d'écologie marine en 1973. Il a fait partie de l'équipe chargée d'étudier l'écologie du plancton dans divers milieux, échelonnés sur 86 degrés de latitude. En 1991, c'est Paul qui a prélevé le premier échantillon dans le cadre du Programme de surveillance du plancton du bassin de Bedford. Pendant 13 ans, il a passé presque tous ses mercredis matins dans une embarcation au milieu du bassin de Bedford. Il a effectué son dernier prélèvement trois jours avant sa retraite, concluant ainsi 650 missions. Paul a contribué à créer un ensemble de données à long terme sur la masse d'eau, qui revêt une importance scientifique, socio-économique et culturelle. Il a aussi rendu service à la communauté en acceptant d'être observé sur le tas pendant ses missions d'échantillonnage. Paul a été le mentor de plus de 110 élèves de l'élémentaire et du secondaire ainsi qu'étudiants universitaires. Depuis sa retraite, il joue les fermiers avec bonheur.

Don Eisener a commencé sa carrière en électronique à l'IOB en mai 1969, à la Division de la métrologie. Après avoir passé trois ans dans cette division, il s'est joint au groupe d'électronique de marine, plus précisément à la Section de l'informatique et des micro-ondes, au sein de laquelle il est demeuré durant le reste de sa carrière à l'IOB. Au cours de son emploi au MPO, Don a travaillé à de nombreux projets d'appui aux activités scientifiques et hydrographiques, fournissant, en particulier, un appui technique en mer à bord du NSC *Baffin*, du NSC *Maxwell*, du NGCC *Hudson* et du NGCC *Matthew*. Il a mis fin à sa carrière le 22 novembre 2004, après 35 années de service. Ses collègues lui souhaitent de bien profiter de sa retraite et des moments qu'il ne manquera pas de passer à retaper sa Mercury Monarch 1953 et son tracteur agricole à Tatamagouche.

Gordon Fader a pris sa retraite de la Commission géologique du Canada (Atlantique) en novembre 2004, au terme d'une carrière de 35 ans. Il avait commencé à travailler à l'IOB avec l'équipe de Lew King, à l'établissement de cartes géologiques des dépôts meubles et de la roche de fond du plateau néo-écossais et des Grands Bancs de Terre-Neuve. Au cours de sa carrière, Gordon a produit près de 300 publications. Conférencier très sollicité au Canada atlantique, il a fait plus de 700 exposés sur des

questions de géologie marine. Au fil des ans, il a également agrémenté par ses talents de pianiste la plupart des activités sociales, fêtes de départ à la retraite et manifestations spéciales à l'IOB. Surtout connu pour ses travaux de recherche et de cartographie sur le port d'Halifax, Gordon reste associé à RNCan en tant que scientifique émérite.

George Fowler a quitté la Section d'océanographie physique du MPO en mars, au terme de 36 années de service à l'IOB. Il a consacré sa carrière à la conception et au développement d'une technologie novatrice, apte à répondre aux besoins des scientifiques du Ministère. George a contribué à bien des aspects des programmes de mesure et d'échantillonnage des océans, notamment au carottage du plancher océanique pour le prélèvement d'échantillons de roche, au profilage et à l'échantillonnage de la colonne d'eau et à la mesure des diverses propriétés de la glace marine. Ses créations, de conception élégante, sont habituellement des applications ingénieuses des principes fondamentaux de la physique. George a conçu et construit de nombreux modèles et maquettes pour l'IOB, notamment l'iceberg qui se trouve près de l'auditorium. Il continuera à contribuer à l'Institut en tant que scientifique émérite, tout en s'adonnant à sa passion pour l'histoire ancienne, qu'il nourrit maintenant par des études des langues anciennes à l'université.

Doug Frizzle s'est joint au Service hydrographique du Canada (SHC) dans la région de l'Atlantique le 15 octobre 1975, en tant qu'hydrographe. Dans les années 1980, il a intégré la Section de cartographie du SHC à l'IOB. Doug a pris part au programme d'échange en cartographie du National Ocean Service (NOS) et du SHC, passant trois mois dans les bureaux du NOS aux États-Unis en 1989. Il a également participé à un programme d'échange avec la Commission géologique du Canada à l'IOB en 1991. En 1997, Doug est devenu superviseur à la Section de transformation des données, qui allait devenir par la suite la Section de production et de gestion des cartes électroniques de navigation (CEN). Il a ensuite assumé les fonctions de superviseur des CEN au sein de la Division des publications nautiques, poste qu'il a occupé jusqu'à son départ à la retraite, le 24 juin 2004. Ses collègues du SHC ont toujours respecté Doug pour la compassion et la sensibilité dont il faisait preuve à l'endroit des personnes qu'il supervisait, pour son calme face aux difficultés, ainsi que pour son entregent, son esprit d'innovation et son attitude positive dans le travail. En 1996, le MPO lui a remis une prime au mérite pour avoir mis en œuvre et appuyé les procédures nationales et régionales du SHC pour la production des CEN. En 2004, il a partagé avec un collègue l'honneur de recevoir à la fois la Mention élogieuse du sous-ministre adjoint et le Prix d'excellence du sous-ministre. Ces récompenses témoignent du respect qu'ont inspiré à ses collègues, à ses supérieurs et à la direction du MPO l'éthique et les capacités professionnelles de Doug.

Dianne Geddes a pris sa retraite en avril, après avoir passé plus de 31 ans à la fonction publique fédérale. Elle a commencé sa carrière en 1972 auprès du ministère des Affaires indiennes et du Nord canadien à Yellowknife, et a travaillé pour l'Office des eaux des Territoires du Nord-Ouest et pour le Comité consultatif pour le pétrole et le gaz des eaux de l'Arctique. Dianne est revenue en Nouvelle-Écosse en 1978 et elle a commencé à travailler pour le MPO à l'IOB, au secrétariat du Comité scientifique consultatif des pêches canadiennes dans l'Atlantique. Lors de la dissolution de ce comité, en 1992, Dianne s'est jointe au Processus consultatif régional. Dernièrement, elle était directrice de publication pour la revue annuelle de l'IOB et gestionnaire du projet sur l'histoire de l'IOB.

Arthur Jackson s'est joint à la Commission géologique du Canada le 12 juin 1972. Il l'a quittée après 32 ans de service, le 2 juillet 2004, pour prendre sa retraite. Tout au long de sa carrière à l'IOB, Arthur a assuré un soutien informatique essentiel, en dernier lieu en tant qu'administrateur de logiciels pour les postes de travail de géophysique. Étant réputé, à juste titre, pour savoir régler les problèmes et obtenir des résultats, il a souvent été sollicité et a toujours offert ses services avec autant de bonne grâce que de conscience professionnelle.

Robert Lively a pris sa retraite de la Section de l'océanologie côtière en juillet 2004, au terme de 39 ans de service au MPO. Il avait commencé sa carrière à la Section du traitement des données. C'est là qu'à la fin des années 1960, il a commencé à encadrer le personnel chargé de relever les données des appareils de mesure et des thermographes. À l'époque, ces données venaient sous la forme d'une bande de film, qu'il fallait lire par des moyens manuels puis retranscrire sur des formulaires standard. Au milieu des années 1970, Bob a travaillé comme technicien de terrain et analyste dans de petites anses côtières, depuis le Saguenay jusqu'au plateau néo-écossais. Une de ses affectations préférées a été les trois étés qu'il a passés à travailler dans le lac Bras d'Or, à partir de la station de télégraphe de Baddeck. Pendant deux décennies, Bob a régulièrement fait partie des missions sur le plateau néo-écossais, dans le Gulf Stream, sur les Grands Bancs et en Arctique. Malgré la météo habituellement mauvaise, il appréciait les missions de prévision des glaces dans le golfe du Saint-Laurent, qu'il a souvent effectué en tant que scientifique en chef. Bob n'a cessé d'améliorer ses compétences et ses capacités en suivant des cours à l'Université Dalhousie et à la Technical University of Nova Scotia. En 1980, il a entrepris de s'occuper de l'entretien des logiciels embarqués servant à l'acquisition de données et il a commencé par la suite à monter des ordinateurs pour la Section des sciences océanologiques et à en assurer l'entretien. Les contributions de Bob à l'océanographie sont vastes et précieuses. Ses collègues gardent de lui un bon souvenir, en particulier les jeunes scientifiques qui ont profité de son expérience et de ses conseils.

Bruce Nickerson a pris sa retraite en juillet, au terme d'une carrière de 38 ans à l'IOB. C'est le 16 avril 1966 que Bruce a fait ses débuts au Ministère, comme membre d'une équipe de plage d'un relevé marégraphique. À la fin de la saison, il a intégré l'équipage du NCS *Hudson*, mais il a débarqué en janvier 1967 pour travailler au Service d'expédition et de réception. En 1978, fort de son expérience en mer et de sa connaissance des gréements, il s'est joint à la Section de métrologie (appelée maintenant Physique océanique). Au sein de cette section, il a travaillé à de nombreux projets de développement, comme le carottier à roche dure et le batfish. En 1994, il est allé travailler à la Section des opérations techniques, en tant que membre du groupe des mouillages. Cela l'a amené, comme responsable de l'atelier des gréements, à fabriquer des mouillages en câble et en cordage et à aller en mer pour les mettre en place et les relever. Bruce a joué un rôle essentiel dans la réussite des programmes de mouillages de la Division des sciences océaniques ces dernières années. Nous lui souhaitons beaucoup de bonheur dans sa retraite, en particulier à son camp de Butcher Hill.

Neil S. Oakey (Ph.D.) a commencé sa carrière en 1962, comme agent scientifique à la Division de la métrologie du MPO. En 1964, il a quitté ses fonctions pour poursuivre des études de doctorat en physique nucléaire, mais il est revenu travailler en océanographie à l'IOB en 1970, en tant que chercheur scientifique. De 1970 à 2004, Neil est devenu un leader scientifique international dans le domaine du mélange turbulent à petite échelle dans l'océan, se distinguant par de nombreuses contributions à l'instrumentation applicable aux microstructures de l'océan et à la mesure des taux de mélange

océanique. Il a été le premier à concevoir des profileurs de microstructure captifs tombant librement et ayant une stabilité hydrodynamique suffisante pour mesurer régulièrement et précisément la dissipation de l'énergie de turbulence océanique. Comme scientifique en chef de nombreuses grandes missions, Neil a beaucoup contribué aux recherches du MPO, à l'Expérience sur la circulation océanique mondiale, à la U.S. Coastal Mixing and Optics Experiment et à d'autres programmes internationaux. Son rôle en océanographie lui a valu de recevoir la médaille J.P. Tully, décernée par la Société canadienne de météorologie et d'océanographie en 1998. Il a pris sa retraite le 4 octobre 2004.

Georgina Phillips a pris sa retraite en octobre, au terme de 32 années de service comme biologiste des habitats à la Division de l'étude du milieu marin. Elle avait commencé sa carrière en 1972, à la Section sur la pollution maritime du nouveau Service de la qualité du milieu marin créée au sein du Laboratoire d'écologie marine. Au cours des trois décennies de sa carrière, son travail a reflété l'évolution des priorités en matière de sciences environnementales au MPO. Elle a notamment effectué des études des effets des dispersants d'hydrocarbures sur les animaux benthiques, des études de l'écosystème dans la partie supérieure de la baie de Fundy (pour déterminer les conséquences écologiques des aménagements destinés à la production d'énergie marémotrice) ainsi que des études sur la distribution des contaminants organiques persistants dans la baie St. Georges, le golfe du Saint-Laurent et la baie Resolute. Ses recherches sur les effets environnementaux de l'aquaculture du saumon et des moules à l'Île-du-Prince-Édouard et dans le sud-ouest du Nouveau-Brunswick reflétaient la croissance de ces nouvelles industries au cours de la dernière décennie. Tout au long de sa carrière, Georgina a fait une place grandissante au travail d'équipe et on se souviendra de sa participation bienveillante et généreuse à de nombreux travaux. Elle a représenté la division à la campagne de Centraide pendant de nombreuses années et elle a été un membre de longue date du comité de sécurité des laboratoires de l'IOB. Georgina et Ted comptent voyager avec leur caravane et s'adonner au jardinage à leur résidence de St. Margaret's Bay.

Ted Phillips a pris sa retraite de la Section de physique océanique du MPO en juillet, après 35 ans passés à l'IOB. Durant sa carrière, Ted a pu mettre à profit ses connaissances d'expert en électronique pour concevoir des systèmes électroniques inventifs, destinés à de nouveaux instruments d'océanographie. Il a pris part à la conception de la plupart des systèmes développés dans la section et ses réalisations sont parties intégrantes de divers dispositifs utiles et efficaces, dont un bon nombre ont été commercialisés par l'industrie. Il a régulièrement participé à des missions sur le terrain, au cours desquelles son grand talent de dépanneur et de réparateur du matériel et des prototypes ont fait de lui un membre d'équipe irremplaçable. Ses collègues se souviendront de Ted pour son obligeance et son aptitude à soutenir une conversation. Son épouse, Georgina, a elle aussi pris sa retraite en 2004 et il paraît que les voyages figurent en bonne place dans leurs projets.

Le premier maître **Ian Ross** a pris sa retraite après avoir servi la Défense nationale pendant plus de 35 ans, dans la Marine canadienne. Il a passé ses deux dernières années au Bureau des levés de fonds marins à l'IOB.

Reginald Sweeney a mis fin en juillet à une carrière qui avait commencé en 1971, à la Division des poissons anadromes et d'eau douce du MPO, et qui a été consacrée à la gestion et à la recherche sur l'habitat du poisson. En 1986, il a fait partie des dix personnes qui ont formé le noyau régional de la nouvelle Division de la gestion de l'habitat (DGH). Sa conscience professionnelle, sa vaste connaissance de toutes les questions concernant l'habitat du poisson ainsi que des lois canadiennes régissant l'environnement ont fait de Reg un pilier de la DGH. Au sein de cette dernière, il a été un acteur essentiel des examens réglementaires et évaluations des grands projets industriels, rôle dans lequel il a excellé. Dernièrement, il était le principal représentant du MPO dans des mégaprojets comme celui de l'exploration du pétrole et du gaz extracôtier et de la construction des pipelines connexes. Il a été à l'avant-garde de la protection de l'habitat du poisson quand il s'agissait d'éviter ou d'atténuer des impacts sur l'habitat. Il entend demeurer membre du service de pompiers bénévoles d'Enfield et de la Nova Scotia Hockey Association pendant sa retraite. En plus de ses compétences, le personnel de la Gestion de l'habitat regrettera sa force, sa détermination et sa loyauté.

Peter Vass a pris sa retraite en octobre 2004, après 35 ans de service au MPO. Après avoir obtenu son diplôme de l'Université du Nouveau-Brunswick, en 1970, il est entré à l'IOB comme biologiste à la nouvelle division de la qualité du milieu du Conseil de recherche sur les pêcheries du Canada. Peter a collaboré avec de nombreux scientifiques à un vaste éventail de travaux, y compris à des mesures des hydrocarbures et organochlorés polluants dans l'océan, le plancton et le poisson; à la biomobilisation des polluants en laboratoire; au mouvements verticaux du plancton dans l'océan; à la production et à la survie de larves de homard dans les populations côtières et du large; à des expériences sur l'alimentation des larves de homard; à la détermination des quantités de BPC dans le sud du golfe du Saint-Laurent; à la mesure des apports de polluants organochlorés dans l'Arctique; à des expériences in situ au sujet des effets du chalutage de fond sur la communauté benthique des bancs du large; à des recherches sur les coraux d'eau profonde; à des études de l'utilisation de l'habitat benthique par les poissons démersaux et au calcul des quantités de méthylmercure et de la bioaccumulation de la chaîne trophique dans le golfe du Maine. Aussi à l'aise en laboratoire que sur le terrain, Peter restera surtout dans nos mémoires en tant qu'inventeur et fabriquant ingénieux de matériel répondant à un besoin particulier. Bien qu'il ait souffert du mal de mer, il n'y a jamais eu de mer assez agitée pour l'empêcher de faire son travail, tant que le matériel pouvait fonctionner. Au sein de l'IOB, Peter était le genre de personne qui trouve toujours le temps d'aider les autres. Ayant pris conscience de la possibilité d'utiliser du matériel conçu à l'IOB pour aider le Bureau de la sécurité des transports dans l'opération de sauvetage ayant suivi le désastre de la Swiss Air, il a consacré bénévolement de son temps et de son expertise à cette opération. Le MPO a décerné à Peter un prix de mérite régional (1999) et le Prix d'Excellence national. Mais ce que Peter a le plus apprécié, c'est l'hommage que lui ont rendu ses collègues, en lui décernant en 2002 le prix Beluga de l'Association des amis de l'océan de l'IOB, en reconnaissance de son travail exceptionnel. Peter profitera de sa retraite pour terminer la maison qu'il construit lui-même à Waverley et il envisage de retourner plus tard, avec son épouse Debbie, dans son Île-du-Prince-Édouard natale, où il ne fait aucun doute qu'il occupera une place de leader dans la communauté.

Scott Young a pris sa retraite de la Section de physique océanique en septembre, au terme de 37 années de service au MPO. Il est entré à l'IOB après avoir obtenu son diplôme du Nova Scotia Institute of Technology. Tout au long de sa carrière, Scott a contribué à la conception mécanique et au développement de nouvelles technologies, comme les systèmes remorqués, les treuils de lancement et le véhicule télécommandé pour les fonds marins. Le souci du détail et de la haute qualité manifesté par Scott a contribué au succès de nombreux travaux. Il appréciait vraiment le travail de terrain, qui lui permettait de voir ses réalisations à l'œuvre. Son travail l'a amené au-delà du cercle polaire arctique et jusque sous l'équateur. Ses capacités et son ingéniosité faisaient de sa présence un atout pour une équipe. On se souviendra de sa bonne humeur, en laboratoire comme sur le terrain.

Publications et produits

Publications 2004

PÊCHES ET OCÉANS CANADA
Région des Maritimes – Institut océanographique de Bedford

Direction des sciences

1) Sciences biologiques

Revues scientifiques reconnues

Arkhipkin, A.I., S.E. Campana, J. FitzGerald, and S.R. Thorrold. 2004. Spatial and temporal variation in elemental signatures of statoliths from the Patagonian longfin squid (*Loligo gahi*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 61: 1212-1224.

Austin, D., W.D. Bowen, and J.I. McMillan. 2004. Intraspecific variation in movement patterns: Using quantitative analyses to characterize individual movement behaviour in a large marine predator. Oikos 105: 15-30.

Botsford, L.W., A. Campbell, and R.J. Miller. 2004. Biological reference points in the management of North American sea urchin fisheries. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 61: 1325-1337.

Bradbury, I.R., S.E. Campana, P. Bentzen, and P.V.R. Snelgrove. 2004. Synchronized hatch and its ecological significance in rainbow smelt (*Osmerus mordax*) in St. Mary's Bay, Newfoundland. Limnol. Oceanogr. 49: 2310-2315.

Brazner, J.C., S.E. Campana, and D.K. Tanner. 2004. Habitat fingerprints for Lake Superior coastal wetlands derived from elemental analysis of yellow perch otoliths. Trans. Am. Fish. Soc. 133: 692-704.

Brazner, J.C., S.E. Campana, D.K. Tanner, and S.T. Schram. 2004. Reconstructing habitat use and wetland nursery origin of yellow perch from Lake Superior using otolith elemental analysis. J. Great Lakes Res. 30: 492-507.

Bundy, A. 2004. The ecological effects of fishing and implications for coastal management in San Miguel Bay, the Philippines. Coast. Manag. 32: 25-38.

Campana, S.E., and W.N. Joyce. 2004. Temperature and depth associations of porbeagle shark (*Lamna nasus*) in the northwest Atlantic. Fish. Oceanogr. 13: 52-64.

Cao, L., E. Kenchington, and E. Zouros. 2004. Differential segregation patterns of sperm mitochondria in embryos of the blue mussel (*Mytilus edulis*). Genetics 166: 883-894.

Cao , L., E. Kenchington, E. Zouros, and G.C. Rodakis. 2004. Evidence that the large noncoding sequence is the main control region of maternally and paternally transmitted mitochondrial genomes of the marine mussel (*Mytilus* spp.). Genetics 167: 835-850.

Carr, J.W., F. Whoriskey, and P.T. O'Reilly. 2004. Efficacy of releasing captive reared broodstock into an imperilled wild Atlantic salmon population as a recovery strategy. J. Fish. Biol. 65(Suppl. A): 38-54.

Clair, T.A., I.F. Dennis, P.G. Amiro, and B.J. Cosby. 2004. Past and future chemistry changes in acidified Nova Scotian Atlantic salmon (*Salmo salar*) rivers: A dynamic modeling approach. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 61: 1965-1975.

Francis, R.I.C.C., and S.E. Campana. 2004. Inferring age from otolith measurements: a review and a new approach. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 61: 1269-1284.

Gibson, A.J.F., and R.A. Myers. 2004. Estimating reference fishing mortality rates from noisy spawner-recruit data. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 61: 1771-1783.

Gibson, G.D., and A.J.F. Gibson. 2004. Heterochrony and the evolution of poecilogony: Generating larval diversity. Evolution 58: 2704-2717.

Henry, L.-A., and E. Kenchington. 2004. Differences between epilithic and epizoic hydroid communities from commercial scallop grounds in the Bay of Fundy, Northwest Atlantic. Mar. Ecol. Prog. Ser. 266: 123-134.

Henry, L.-A., and E. Kenchington. 2004. Ecological and genetic evidence for impaired sexual reproduction and induced clonality in the hydroid *Sertularia cupressina* (Cnidaria: Hydrozoa) on commercial scallop grounds in Atlantic Canada. Mar. Biol. 145: 1107-1118.

Iverson, S.J., C. Field, W.D. Bowen, and W. Blanchard. 2004. Quantitative fatty acid signature analysis: A new method of estimating predator diets. Ecol. Monogr. 74: 211-235.

Jessop, B.M., J.C. Shiao, Y. Iuzuka, and W.N. Tzeng. 2004. Variation in the annual growth, by sex and migration history, of silver American eels *Anguilla rostrata*. Mar. Ecol. Progr. Ser. 272: 231-244.

Lidgard, D.C., D.J. Boness, W.D. Bowen, and J.I. McMillan. 2004. The rate of fertilization in male mating tactics of the polygynous grey seal. Mol. Ecol. 13: 3543-3548.

O'Reilly, P.T., M.F. Canino, K.M. Bailey, and P. Bentzen. 2004. Inverse relationship between FST and microsatellite polymorphism in the marine fish, walleye pollock (*Theragra chalcogramma*): Implications for resolving weak population structuring. Mol. Ecol. 13: 1799-1814.

Schulz, T.M., and W.D. Bowen. 2004. Pinniped lactation strategies: evaluation of data on maternal and offspring life-history traits. Mar. Mamm. Sci. 20: 86-114.

Smith, S.J., and B. Sainte-Marie. 2004. Biological reference points for invertebrate fisheries: Introduction. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 61: 1303–1306.

Smith, S.J., and P. Rago. 2004. Biological reference points for sea scallops (*Placopecten magellanicus*): The benefits and costs of being nearly sessile. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 61: 1338–1354.

Rapports ministériels

Bradford, R.G., and C.M.B. Mahaney. 2004. Distributions of lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) fry from the lower Great Lakes federal hatcheries to elsewhere in Canada and beyond (Years 1878-1914). Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 1149: iii + 19 p.

Bundy, A. 2004. Mass balance models of the eastern Scotian Shelf before and after the cod collapse and other ecosystem changes. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2520: xi + 140 p +App.

Chaput, G.J., and R.A. Jones. 2004. Catches of downstream migrating fish in fast-flowing rivers using rotary screw traps. Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2688: v + 14 p.

Laurinolli, M.H., L.E. Harris, A. Bundy, and L.P. Fanning. 2004. Compilation of fish diet data from the Scotian Shelf and Bay of Fundy (1958-2001): CDEENA Consumption and Diet Composition Estimation Project. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2518: iv + 79 p.

Publications spéciales

Amiro, P.G. 2004. Review of allowable harm permits for inner Bay of Fundy Atlantic salmon. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2004/095. 9 p.

Bowen, W.D. 2004. Report of Seal Exclusion Zone Workshop. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2004/022.

Campana, S., L. Marks, and W. Joyce. 2004. Biology, fishery and stock status of shortfin mako sharks (*Isurus oxyrinchus*) in Atlantic Canadian Waters. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2004/094. 33 p.

Campana, S., L. Marks, W. Joyce, and N. Kohler. 2004. Influence of recreational and commercial fishing on the blue shark (*Prionace glauca*) population in Atlantic Canadian Waters. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2004/069. 67 p.

Campana, S., L. Marks, W. Joyce, and N. Kohler.2004. Catch, bycatch and indices of population status of blue shark (*Prionace glauca*) in the Canadian Atlantic. Int. Comm. Conserv. Atl. Tunas Doc. SCRS 2004/080. 47 p.

Claytor, R. 2004. Stock indicators for LFA 33 with respect to management changes implemented in 2000. DFO Can. Sci. Advis. Res. Doc. 2004/071. 73 p.

MPO. 2004. Croissance et distribution de l'aiglefin dans 4TVW. MPO Sci., Rapp. sur l'état de la pêche 2004/02F. 3 p.

MPO. 2004. Crabe des neiges de l'est de la Nouvelle-Écosse. MPO Sci., Rapp. sur l'état des stocks 2004/028. 17 p.

MPO. 2004. Crabe des neiges de l'ouest du Cap-Breton (zone 19). MPO Sci., Rapp. sur l'état des stocks 2004/027. 13 p.

MPO. 2004. Crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, E et F). MPO Sci., Rapp. sur l'état des stocks 2004/026. 16 p.

MPO. 2004. Crevette nordique de l'est du plateau néo-écossais (ZPC 13-15). MPO Sci., Rapp. sur l'état des stocks 2004/045. 10 p.

MPO. 2004. Évaluation des dommages acceptables au saumon atlantique de l'arrière-baie de Fundy. MPO Sci., Rapp. sur l'état des stocks 2004/030. 4 p.

MPO. 2004. Goberge de 4VWX et 5Zc. MPO Sci., Rapp. sur l'état des stocks 2004/049. 6 p.

MPO. 2004. Hareng de 4VWX. MPO sci., rapp. sur l'état des stocks 2004/034. 12 p.

MPO. 2004. Hareng du sud du golfe du Saint-Laurent (4T). MPO Sci., Rapp. sur l'état des stocks 2004/023. 9 p.

MPO. 2004. Homard de l'est du Cap-Breton (ZPH 27-30). MPO Sci., Rapp. sur l'état des stocks 2004/032. 11 p.

MPO. 2004. Homard de la côte est (ZPH 31A, 31B, et 32). MPO Sci., Rapp. sur l'état des stocks 2004/033. 9 p.

MPO. 2004. Homard de la côte sud de la Nouvelle-Écosse (ZPH 33). MPO Sci., Rapp. sur l'état des stocks 2004/038. 12 p.

MPO. 2004. Impacts possibles de la prospection sismique sur le crabe des neiges. MPO Sci., Rapp. sur l'état des habitats 2004/003. 6 p.

MPO. 2004. Limande à queue jaune du sud du golfe du Saint-Laurent. MPO Sci., Rapp. sur l'état des stocks 2004/006. 6 p.

MPO. 2004. Merluche blanche du sud du golfe du Saint-Laurent (div. 4T). MPO Sci., Rapp. sur l'état des stocks 2004/007. 6 p.

MPO. 2004. Morue du sud du golfe du Saint-Laurent. MPO Sci., Rapp. sur l'état des stocks 2004/003. 6p.

MPO. 2004. Morue du sud du plateau néo-écossais et de la baie de Fundy (div. 4X/5Y). MPO Sci., Rapp. sur l'état des stocks 2004/050. 5 p.

MPO. 2004. Plie canadienne du sud du golf du Saint-Laurent (div. 4T). MPO Sci., Rapp. sur l'état des stocks 2004/004. 5 p.

MPO. 2004. Plie grise (div. 4RST). MPO Sci., Rapp. sur l'état des stocks 2004/008. 9 p.

MPO. 2004. Plie rouge du sud du golfe du Saint-Laurent (div. 4T). MPO Sci., Rapp. sur l'état des stocks 2004/005. 6 p.

MPO. 2004. Zones de production de pétoncle (ZPP) de la baie de Fundy. MPO Sci., Rapp. sur l'état des stocks 2004/051. 21 p.

Gibson, A.J.F., P.G. Amiro, and K.A. Robichaud-LeBlanc. 2003.[1] Densities of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) in inner Bay of Fundy rivers during 2000 and 2002 with reference to past abundance inferred from catch statistics and electrofishing surveys. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2003/121. 61 p.

Gibson, A.J.F., R.A. Jones, S.F. O'Neil, J.J. Flanagan, and P.G. Amiro. 2004. Summary of monitoring and live gene bank activities for inner Bay of Fundy Atlantic salmon in 2003. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2004/016. 45 p.

Lavoie, R. (Chair). 2004. Proceedings of the Maritimes Regional Advisory Process of the Eastern Scotian Shelf Snow Crab; 22-24 March, 2004. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2004/023. iv + 32 p.

Miller, R., and V. Boudreau. 2004. Lobster stock monitoring by the Guysborough County Inshore Fishermen's Association. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2004/037. 12 p.

Miller, R.J., and R.E. Duggan. 2004. Effects of recent management changes and stock status in Lobster Fishing Areas 31 and 32. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2004/038. 40 p.

O'Boyle, R. 2004. Atlantic halibut research: Report of planning meeting. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2004/027.

O'Boyle, R. 2004. Proceedings of a Regional Advisory Process meeting on the level of allowable harm for inner Bay of Fundy Atlantic salmon in support of species at risk. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2004/020. 13 p.

O'Boyle, R., and W. Overholtz. 2004. Transboundary Resources Assessment Committee report of meeting held 1517 June 2004. TRAC (Transboundary Res. Assess. Comm.) Proceed. Ser. 2004/01. 31 p.

O'Boyle, R., M. Sinclair, P. Keizer, K. Lee, D. Ricard, and P. Yeats. 2004. Operationalizing an ecosystem conservation framework for the Eastern Scotian Shelf. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc 2004/076. i + 49 p.

Powles, H., V. Vendette, R. Siron, and R. O'Boyle. 2004. Proceedings of the Canadian Marine Ecoregions Workshop. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2004/016.

Tremblay, M.J., and A. Reeves. 2004. Eastern Cape Breton Lobster (LFAs 27-30): Stock status and biological effects of the increase in minimum legal size. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2004/021. 71 p.

Trzcinski, M.K., A.J.F. Gibson, P.G. Amiro, and R.G. Randall. 2004. Inner Bay of Fundy Atlantic salmon (*Salmo salar*) critical habitat case study. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2004/114. iii + 77 p.

Livres ou chapitres de livre

Campana, S.E. 2004. Photographic atlas of fish otoliths of the Northwest Atlantic Ocean. NRC Research Press, Ottawa, Ontario. 284 pp.

Comptes rendus de conférence

DFO. 2004. Proceedings of the Maritimes Region Species at Risk Recovery Team Meetings. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2004/041. 101 p.

2) Étude du milieu marin

Revues scientifiques reconnues

Buhl-Mortensen, L., and P.B. Mortensen. 2004. Crustaceans associated with the deep-water gorgonian corals *Paragorgia arborea* (L., 1758) and *Primnoa resedaeformis* (Gunn., 1763). J. Nat. Hist. 38: 1233-1247.

Buhl-Mortensen, L., and P.B. Mortensen. 2004. *Gorgonophilus Canadensis* n. gen., n. sp. (Copepoda: Lamippidae), a gall forming endoparasite in the octocoral *Paragorgia arborea* (L., 1758) from the Northwest Atlantic. Symbiosis 37: 155-168.

[1] L'année de référence est 2003, mais le document n'a été publié qu'après la parution de la Rétrospective 2003 de l'Institut océanographique de Bedford.

Buhl-Mortensen, L., and P.B. Mortensen. 2004. Symbiosis in Deep-Water Corals. Symbiosis 37: 33-61.

Chou, C.L., L.A. Paon, J.D. Moffatt, M.I. Bozeta, D. Fenton, and R.J. Rutherford. 2004. Distribution of contaminants in biota and sediments in the Musquash Estuary, Atlantic Canada, marine protected area site initiative and contaminant exclusion zone. Mar. Pollut. Bull. 48: 884-893.

Chou, C.L., K. Haya, L.A. Paon, and J.D. Moffatt. 2004. A regression model using sediment chemistry for the evaluation of marine environmental impact associated with salmon aquaculture cage wastes. Mar. Pollut. Bull. 49: 465-472.

Chiau, W.Y., C.L. Chou, and Y.C. Shih. 2004. Marine aquaculture in Chinese Taipei: Status, institutions and challenges. Asia-Pacific Econom. Coop. Bull. Mar. Res. Conserv. Fish. VI(2): 15-22.

Curran, K.J., P.S. Hill, T.G. Milligan, E.A. Cowan, J.P.M. Syvitski, and S.M. Konings. 2004. Fine-grained sediment flocculation below the Hubbard Glacier meltwater plume, Disenchantment Bay, Alaska. Mar. Geol. 203: 83-94.

Curran, K.J., P.S. Hill, T.M. Schell, T.G. Milligan, and D.J.W. Piper. 2004. Inferring the mass fraction of floc-deposited mud: Application to fine-grained turbidites. Sedimentology 51: 927-944.

Fortin, N., D. Beaumier, K. Lee, and C.W. Greer. 2003.[2] Soil washing improves the recovery of total community DNA from polluted and high organic content sediments. J. Microbiol. Methods 56: 181-191.

Fox, J.M., P.S. Hill, T.G. Milligan, and A. Boldrin. 2004. Flocculation and sedimentation on the Po River Delta. Mar. Geol. 203: 95-107.

Fox, J.M., P.S. Hill, T.G. Milligan, A.S. Ogston, and A. Boldrin. 2004. Floc fraction in the waters of the Po River prodelta. Continental Shelf Res. 24: 1699-1715.

Flory, E.N., P.S. Hill, T.G. Milligan, and J. Grant. 2004. The relationship between floc area and backscatter during a spring phytoplankton bloom. Deep-Sea Res. I 51: 213-223.

Gagné, F., C. Blaise, and J. Hellou. 2004. Endocrine disruption and health effects of caged mussels, *Elliptio complanata*, placed downstream from a primary-treated municipal effluent plume for 1 year. Comp. Biochem. Physiol. Part C(138): 33-44.

Hamoutene, D., J.F. Payne, A. Rahimtula, and K. Lee. 2004. Effect of water soluble fractions of diesel and an oil dispersant (Corexit 9527) on immune responses in mussels. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 72: 1260-1267.

Hargrave, B.T., V.E. Kostylev, and C.M. Hawkins. 2004. Benthic epifauna assemblages, biomass and respiration in The Gully region on the Scotian Shelf, NW Atlantic Ocean. Mar. Ecol. Progr. Ser. 270: 55-70.

Hellou, J., and J. Leonard. 2004. Polycyclic aromatic hydrocarbons bioaccumulation and biotransformation products in trout exposed through food pellets. Polycyclic Aromatic Compounds 24: 697-72.

Hellou, J., S. Stellar, J. Leonard, M.A. Langille, and D. Tremblay. 2004. Partitioning of polycyclic aromatic hydrocarbons between water and particles compared to bioaccumulation in mussels: A harbour case. Mar. Environ. Res. 59: 101-117.

Johnson, B.T., J.D. Petty, J.N. Huckins, K. Lee, and J. Gauthier. 2004. Hazard assessment of a simulated oil spill on intertidal areas of the St. Lawrence River with SPMD-TOX. Environ. Toxicol. 19: 329-335.

Mikkelsen, O.A., T.G. Milligan, P.S. Hill, and D. Moffatt. 2004. INSSECT - an instrumented platform for investigating floc properties close to the seabed. Limnol. Oceanogr. Methods 2: 226-236.

Mortensen, P., and L. Buhl-Mortensen. 2004. Distribution of deep-water gorgonian corals in relation to benthic habitat features in the Northeast Channel (Atlantic Canada). Mar. Biol. 144: 1223-1238.

Ramachandran, S.D., P.V. Hodson, C.W. Khan, and K. Lee. 2004. Oil dispersant increases PAH uptake by fish exposed to crude oil. Ecotoxicol. Environ. Saf. 59: 300-308.

[2] L'année de référence est 2003, mais le document n'a été publié qu'après la parution de la Rétrospective 2003 de l'Institut océanographique de Bedford.

Sampei, M., H. Sasaki, H. Hattori, M. Fukuchi, and B.T. Hargrave. 2004. Fate of sinking particles, especially fecal pellets, within the epipelagic zone in the North Water (NOW) polynya of northern Baffin Bay. Mar. Ecol. Progr. Ser. 278: 17-25.

Stewart, J., J.W. Cornick, B.M. Zwicker, and B. Arie. 2004. Studies on the virulence of *Aerococcus viridans* (var.) *homari*, the causative agent of gaffkemia, a fatal disease of homarid lobsters. Dis. Aquat. Org. 60: 149-155.

Stewart, J.E., B. Arie, and L.J. Marks. 2004. Induced resistance to infection of lobsters *Homarus americanus* by *Aerococcus viridans* (var.) *homari*, the bacterium causing gaffkemia. Dis. Aquat. Org. 62: 197-204.

Vandermeulen, H., and D. Cobb. 2004. Marine environmental quality: A Canadian history and options for the future. Ocean Coast. Manag. 47: 243-256.

Wildish, D.J., J.E. Hughes-Clarke, G.W. Pohle, B.T. Hargrave, and L.M. Mayer. 2004. Acoustic detection of organic enrichment in sediments at a salmon farm is confirmed by independent groundtruthing methods. Mar. Ecol. Progr. Ser. 267: 99-105.

Rapports ministériels

Curran, K.J., T.G. Milligan, G. Bugden, B. Law, and M. Scotney. 2004. Sediment, water quality, and hydrodynamics of the Petitcodiac River Estuary, New Brunswick (2002-2003). Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2516: vii + 95 p.

Hargrave, B.T. [ed.] 2004. Environmental Studies for Sustainable Aquaculture (ESSA): 2004 Symposium Report. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2542: vi + 81 p.

Wildish, D.J., H.M. Akagi, B.T. Hargrave, and P.M. Strain. 2004. Inter-laboratory calibration of redox potential and total sulfide measurements in interfacial marine sediments and the implications for organic enrichment assessment. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2546: iii + 25 p.

Livres ou chapitres de livre

Armsworthy, S., P.J. Cranford, and K. Lee. [ed]. 2004. Offshore oil and gas environmental effects monitoring – approaches and technologies. Battelle Press, Columbus, Oh. 631 p.

Armsworthy, S.L., P.J. Cranford, K. Lee, and T. King. 2004. Chronic effects of synthetic drilling mud on sea scallops (*Placopecten magellanicus*), p. 243-265. *In* S.L. Armsworthy, P.J. Cranford, and K. Lee [ed.]. Offshore Oil and Gas Environmental Effects Monitoring – Approaches and Technologies. Battelle Press, Columbus, Oh. 631 p.

Bjorndalen, N., S. Mustafiz, A. Basu, M.R. Islan, and K. Lee. 2004. Numerical modelling of spreading of oil on ice, p. 399-412. *In* S.L. Armsworthy, P.J. Cranford, and K. Lee [ed.]. Offshore Oil and Gas Environmental Effects Monitoring – Approaches and Technologies. Battelle Press, Columbus, Oh. 631 p.

Cranford, P.J., and K. Lee. 2004. A perspective on offshore oil and gas environmental effects monitoring, p. 1-21. *In* S.L. Armsworthy, P.J. Cranford, and K. Lee [ed.]. Offshore Oil and Gas Environmental Effects Monitoring - Approaches and Technologies. Battelle Press, Columbus, Oh. 631 p.

Cranford, P.J., S.L. Armsworthy, S. McGee, T. King, K. Lee, and G.H. Tremblay. 2004. Scallops as sentinel organisms for offshore environmental effects monitoring, p. 267-296. *In* S.L. Armsworthy, P.J. Cranford, and K. Lee [ed.]. Offshore Oil and Gas Environmental Effects Monitoring – Approaches and Technologies. Battelle Press, Columbus, Oh. 631 p.

Droppo, I.G., G.G. Leppard, S.N. Liss, and T.G. Milligan [ed.]. 2004. Flocculation in natural and engineered environmental systems. CRC Press, Boca Raton, Fla. xx + 438 p.

Droppo, I.G., G.G. Leppard, S.N. Liss, and T.G. Milligan. 2004. Opportunities, needs, and strategic direction for research on flocculation in natural and engineered systems, p. 407-422. *In* I.G. Droppo, G.G. Leppard, S.N. Liss, and T.G. Milligan [ed.]. Flocculation in Natural and Engineered Environmental Systems. CRC Press, Boca Raton, Fla. xx + 438 p.

Lee, K., K. Azetsu-Scott, S. Cobanli, J. Dalziel, S. Niven, G. Wohlgeschaffen, and P. Yeats. 2004. Overview of potential impacts from produced water discharges in Atlantic Canada, p. 319-342. *In* S. L. Armsworthy, P.J. Cranford, and K. Lee [ed.]. Offshore Oil and Gas Environmental Effects Monitoring - Approaches and Technologies. Battelle Press, Columbus, Oh. 631 p.

Liss, S.N., T.G. Milligan, I.G. Droppo, and G.G. Leppard. 2004. Methods for analyzing floc properties, p. 1-22. *In* I.G. Droppo, G.G. Leppard, S.N. Liss, and T.G. Milligan [ed.]. Flocculation in Natural and Engineered Environmental Systems. CRC Press, Boca Raton, Fla. xx + 438 p.

Milligan, T., T. Tedford, D.K. Muschenheim, and C. Hannah. 2004. Quantifying fine-grained drill waste in Scotian Shelf suspended sediments, p. 201-226. *In* S.L. Armsworthy, P.J. Cranford, and K. Lee [ed.]. Offshore Oil and Gas Environmental Effects Monitoring – Approaches and Technologies. Battelle Press, Columbus, Oh. 631 p.

Querbach, K., G. Maillet, G., P.J. Cranford, C. Taggart, K. Lee, and J. Grant. 2004. Potential effects of produced water discharges on the early life stages of three resource species, p. 343-371. *In* S.L. Armsworthy, P.J. Cranford, and K. Lee [ed.]. Offshore Oil and Gas Environmental Effects Monitoring - Approaches and Technologies. Battelle Press, Columbus, Oh. 631 p.

Comptes rendus de conférence

Chou, C.L. 2004. A regression model using sediment chemistry for evaluating near-field effects associated with salmon aquaculture cage wastes. *In* Proceedings of the fifth APEC Roundtable Meetings on the Involvement of the Business/Private Sector in the Sustainability of the Marine Environment. Kaohsiung, Taiwan, November 4-7, 2004.

Chiau, W.Y., C.L. Chou, and Y.C. Shih. 2004. Status of marine aquaculture in Chinese Taipei and a pilot study for assessment of environmental carrying capacity and development of risk assessment methodologies,and guidelines for use in sustainable marine aquaculture. *In* Proceedings of the fifth APEC Roundtable Meetings on the Involvement of the Business/Private Sector in the Sustainability of the Marine Environment. Kaohsiung, Taiwan, November 4-7, 2004.

Clarke, L.M.J., C.W. Khan, P. Akhtar, P.V. Hodson, K. Lee, Z. Wang, and J. W. Short. 2004. Comparative toxicity of four crude oils to the early life stages of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), p. 785-792. *In* Proceedings of the 27th Arctic and Marine Oilspill Program (AMOP), Edmonton, Alta., June 8-10, 2004.

Khelifa, A., K. Lee, and P. Hill. 2004. Prediction of oil droplet size distribution in agitated aquatic environments, p. 371-382. *In* Proceedings of the 27th Arctic and Marine Oilspill Program (AMOP), Edmonton, Alta., June 8-10, 2004.

Khelifa, A., K. Lee, P. Hill, and L.O. Ajijolaiya. 2004. Modelling the effect of sediment size on OMA formation, p. 383-396. *In* Proceedings of the 27th Arctic and Marine Oilspill Program (AMOP), Edmonton, Alta., June 8-10, 2004.

King, T., and K. Lee. 2004. Assessment of sediment quality based on toxic equivalent benzo[a]pyrene concentrations, p.793-806. *In* Proceedings of the 27th Arctic and Marine Oilspill Program (AMOP), Edmonton, Alta., June 8-10, 2004.

Ramachandran, S.D., C.W. Khan, P.V. Hodson, K. Lee, and T. King. 2004. Role of droplets in promoting uptake of PAHs by fish exposed to chemically dispersed crude oil, p. 765-772. *In* Proceedings of the 27th Arctic and Marine Oilspill Program (AMOP), Edmonton, Alta., June 8-10, 2004.

3) Sciences océanologiques

Revues scientifiques reconnues

Anderson, L.G., E. Falck, E.P. Jones, S. Jutterström, and J. Swift. 2004. Enhanced uptake of atmospheric CO_2 during freezing of seawater: A field study in Storfjorden, Svalbard. J. Geophys. Res. 109, C06004, doi:10.1029/2003JC002120.

Anderson, L. G., S. Jutterström, S. Kaltin, E. P. Jones, and G. Björk. 2004. Variability in river runoff distribution in the Eurasian Basin of the Arctic Ocean. J. Geophys. Res. 109, C01016, doi:10.1029/2003JC001773.

Azetsu-Scott, K., and U. Passow. 2004. Ascending marine particles: Significance of transparent exopolymer particles (TEP) in the upper ocean. Limnol. Oceanogr. 49(3): 741-748.

Curry, J.A., A. Bentamy, M.A. Bourassa, D. Bourras, E. Bradley, M. Brunke, S. Castro, S. Chou, C. Clayson, W. Emery, L. Eymard, C.W. Fairall, M. Kubota, B. Lin, W. Perrie, R. Reeder, I. Renfrew, W. Rossow, J. Schulz, S. Smith, P. Webster, G. Wick, and X. Zeng. 2004. Seaflux. Bull. Am. Meteorol. Soc.,doi 10.1175/BAMS-85-3-409.

Edwards, A., T. Platt, and D.G. Wright. 2004. Biological heating effect of a band of phytoplankton. J. Mar. Syst. 49: 89-103.

Greenan, B.J.W., B.D. Petrie, W.G. Harrison, and N.S. Oakey. 2004. Are the spring and fall blooms on the Scotian Shelf related to short-term physical events? Continental Shelf Research 24: 603-625. doi:10.1016/j.csr.2003.11.006.

He, Y., W. Perrie, and T. Xie. 2004. Ocean wave spectrum from linear polarimetric SAR. In IEEE (Inst. Electr. Electron Eng.) Trans. Geosci. Remote Sens. 42(11): 2623-2631.

Herman, A.W., B. Beanlands, and E.F. Phillips. 2004. The next generation of Optical Plankton Counter: The laser-OPC. J. Plankton Res. 26(10): 1135-1145.

Lu, Y., and D. Stammer. 2004. Vorticity balance in coarse-resolution global ocean simulations. J. Phys. Oceanogr. 34: 605-622.

Oakey, N.S., and B.J.W. Greenan. 2004. Mixing in a coastal environment: 2. A view from microstructure measurements. J. Geophys. Res. (Oceans) 109, C10014, doi:10.1029/2003JC002193.

Perrie, W., X. Ren, W. Zhang, and Z. Long. 2004. Simulation of extatropical Hurricane Gustav using a coupled atmosphere-ocean-sea spray model. Geophys. Res. Lett. 31, L03110, doi:1029/2003GL018571.

Perrie, W., W. Zhang, X. Ren, and Z. Long. 2004. The impact of Hurricane Gustav on air-sea CO_2 exchange. Geophys. Res. Lett. 31, L09300, doi:10.1029/2003GL019212.

Ren, X., W. Perrie, Z. Long, J. Gyakum, and R. McTaggart-Cowan. 2004. On the atmosphere-ocean coupled dynamics of cyclones in mid-latitudes. Mon. Weather Rev. 132: 2432-2451.

Rudels, B., E.P. Jones, U. Schauer, and P. Eriksson. 2004. Atlantic sources of the Arctic Ocean surface and halocline waters. Pol. Res. 23(2): 181-208.

Sinha, B., B. Topliss, and J. Harle. 2004. Eastward propagating surface anomalies at ocean gyre boundaries. J. Geophys. Res. 109(C12), C12005. 10.1029/2004JC002393.

Wang J, B. Wu, C.C.L. Tang, J.E. Walsh, and M. Ikeda. 2004. Seesaw structure of subsurface temperature anomalies between the Barents Sea and the Labrador Sea. Geophys. Res. Lett. 31, L19301, doi:10.1029/2004GL019981.

Wright, D.G., and Z. Xu. 2004. The Double Kelvin Wave and its relation to Continental Shelf Waves. Atmos.-Ocean 42: 101-111.

Xu, Z., and J.W. Loder. 2004. Data assimilation and horizontal structure of the barotropic diurnal tides on the Newfoundland and southern Labrador Shelves. Atmos.-Ocean 42(1): 43-60.

Yin, B., H. Liu, X. Lin, Y., Hou, M. Cheng, D. Yang, and W. Perrie. 2004. The net impact of interaction mechanisms in a coupled wave-tide-surge model. J. Hydrogr. Ser. B, 16(5): 615-620.

Zhao, J., J. Sheng, R.J. Greatbatch, C. Eden, and K. Azetsu-Scott. 2004. Improvement in the transport of CFC's in a model of the North Atlantic that uses an adiabatic correction technique. Geophys. Res. Lett., L12309, doi:10.1029/2004GL020206.

Rapports ministériels

Drozdowski, A., C. Hannah, and T. Tedford. 2004. bblt 0 user's manual. Can. Tech. Rep. Hydrogr. Ocean Sci. 240: vi + 69 p.

Dunlap, E., C.L. Tang, and C.K. Wang. 2004. Comparison of model surface currents and drifter data from the Grand Banks. Can. Tech. Rep. Hydrogr. Ocean Sci. 236. 28 p.

* L'année de référence est 2003, mais le document n'a été publié qu'après la parution de la Rétrospective 2003 de l'Institut océanographique de Bedford.

Greenberg, D. 2004. Application of a high resolution circulation model to aquaculture issues in the Quoddy Region. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2542: vi + 81 p.

Gregory, D., and S. Narayanan. 2004. BIOCHEM: A national archive for marine biology and chemistry data. AZMP (Atl. Zonal Monit. Progr.) Bull. 3: 11-13.

Gregory, D.N. 2004. Climate: A database of temperature and salinity observations for the northwest Atlantic. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2002/075. 10 p.

Gregory, D.N. 2004. Coastal Time Series (CTS): A database of coastal temperature time series for the Canadian East Coast. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2002/096. 10 p.

Gregory, D.N. 2004. Ocean Data Inventory (ODI): A database of ocean current, temperature and salinity time series for the northwest Atlantic. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc 2002/097. 11 p.

Hamilton, J., S. Prinsenberg, and L. Malloch. 2004. Moored current meter and CTD observations from Barrow Strait, 2000-2001. Can. Data Rep. Hydrogr. Ocean Sci. 165: iv + 59 p.

Head, E.J.H., and L.R. Harris. 2004. Estimating zooplankton biomass from dry weights of groups of individual organisms. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2002/045. 24 p.

Hendry, R.M., I.M. Yashayaev, R.A. Clarke, and J.R.N. Lazier. 2003.[3] Interannual changes in the hydrography of the Labrador Sea: 1990-2002. AZMP (Atl. Zonal Monit. Progr.) Bull. 3: 34-37.

Page, F.H., B.D. Chang, and D.A. Greenberg. 2004. Fish Health and Oceanography Project of the Aquaculture Collaborative Research and Development Program: Final project report. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2543: iv + 47 p.

Petrie, W., B. Toulany, Y. Hu, R. Padilla, P. Smith, Q. Zou, W. Zhang, and X. Ren. 2004. Waves in Hurricane Juan. Can. Meteorol. Oceanogr. Soc. Bull., April. 4 p.

Publications spéciales

Greenberg, D.A., and N. Kliem. 2004. Diagnostic simulations of the summer circulation in the Canadian Arctic Archipelago. ASOF (Arctic/Subarctic Ocean Fluxes) Newslett. 2004 V2 (March): 23-25.

Hamilton, J. 2004. Accurate current directions from instrumented Arctic moorings. ASOF (Arctic/Subarctic Ocean Fluxes) Newslett. 2: 25-27.

Hendry, R.M. 2004. Contribution to the annual ICES ocean climate status summary 2003/2004. Int. Counc. Explor. Sea Coop. Res. Rep. 269. 32 p. [http://www.ices.dk/pubs/crr/crr269/CRR269.pdf]

Hendry, R.M. 2004. Recent changes in the heat and salt content of the Labrador Sea. Northwest Atl. Fish. Organ. Sci. Counc. Res. Doc. 04/32, Ser. No. N4982. 10 p.

Lu, Y., D.G. Wright, and I. Yashayaev. 2004. Modelling hydrographic changes in the subpolar North Atlantic during 1949-2001. ASOF (Arctic/Subarctic Ocean Fluxes) Newslett. 2: 11-12.

Prinsenberg, S., and J. Hamilton. 2004. The ocean fluxes through Lancaster Sound of the Canadian Archipelago. ASOF (Arctic/Subarctic Ocean Fluxes) Newslett. 2: 8-11.

Comptes rendus de conférence

Greenan, B.J.W., B.D. Petrie, P.M. Strain, W.G. Harrison, and N.S. Oakey. 2004. Response of phytoplankton to high frequency meteorological forcing on the Scotian Shelf. Proceedings of the 2004 Ocean Sciences Meeting. Portland, Or. Jan. 26-30, 2004.

[3] L'année de référence est 2003, mais le document n'a été publié qu'après la parution de la Rétrospective 2003 de l'Institut océanographique de Bedford.

Greenberg, D. 2004. Changing Sea Level — changing tides in the Bay of Fundy. *In* Health of the Bay of Fundy: Assessing Key Issues. Proceedings of the 5th Bay of Fundy Science Workshop and Coastal Forum, "Taking the Pulse of the Bay," Wolfville, N.S., May 13-16, 2002. Environment Canada - Atlantic Region, Dartmouth, N.S., and Sackville, N.B., Occasional Rep. 21. 416 p.

Gregory, D. 2004. Oceanographic databases at BIO. Proceedings of the Workshop on Federal Datasets. Charlottetown, P.E.I., Sept. 15-16, 2004.

He, Y., W. Perrie, Q. Zou, and P. Vachon. 2004. New algorithm for inversion of wind vectors for ENVISAT ASAR. Proceedings of the 2004 Remote Sensing Symposium Across Taiwan Strait. 4 p.

He, Y., Q. Zou, and W. Perrie. 2004. Validation of wind vector retrieved from ENVISAT ASAR images. Proceedings of the JGARSS (Joint Geoscience and Remote Sensing Symposium) Conference. 4 p.

Mitchell, M.R. 2004. Canada's Atlantic Zone Monitoring Program: A multidisciplinary coastal ocean observing program. ASLO/TOS Ocean Research Conference, Honolulu, Hi, 15-20 February 2004.

Mitchell, M.R. 2004. The Moving Vessel Profiler and Laser Optical Plankton Counter: Tools for monitoring the marine ecosystem, p. 43-47. *In* Proceedings of SeaTech Week 2004 Symposium "Technology for Coastal Environmental Monitoring," Brest, France.

Padilla-Hernandez, R., W. Perrie, B. Toulany, P.C. Smith, W. Zhang, and S. Jimenez-Hernandez. 2004. Intercomparison of modern operational wave models. Proceedings of the 8th International Waves Workshop. 5 p.

Perrie, W., J. Jiang, Z. Long, B. Toulany, and W. Zhang. 2004. NW Atlantic wave estimates and climate change. Proceedings of the 8th International Waves Workshop. 3 p.

Perrie, W., D. Resio, and A. Susilo. 2004. Energy-flux balances and source term parameterizations. Proceedings of the 8th International Waves Workshop. 8 p.

Perrie, W., W. Zhang, X. Ren, Z. Long, E.L. Andreas, J. Gyakum, and R. Mc-Taggart-Cowan. 2004. The role of waves, sea spray and the upper ocean in mid-latitude storm development, p. 651-652. *In* Proceedings of the 26th Conference on Hurricane and Tropical Cyclones (AMS).

Resio, D., W. Perrie, and C. Long. 2004. The dynamics of spectral equilibria, Part I: Detailed-balance physics. Proceedings of the 8th International Workshop on Wave Forecasting and Hindcasting. 54 p.

Direction des océans et de l'habitat

Rapports ministériels

G. Chao, G. Herbert, S. Coffen-Smout, and H. Breeze. 2004. Overview of Federal, Provincial, and International Ocean Regulatory and Policy Frameworks on the Scotian Shelf. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2513: xii + 231 pp.(http ://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/282901.pdf).

Publications spéciales

Review of Criteria for Selecting Ecologically Significant Areas of the Scotian Shelf and Slope: A Discussion Paper. http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/283936.pdf (prepared by Heather Breeze, Maris Consulting), Oceans and Coastal Management Report 2004-04.

Eastern Scotian Shelf Integrated Management (ESSIM) Initiative: Proposed Collaborative Planning Model —A Discussion Paper. http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/283943.pdf Oceans and Coastal Management Report 2004-05.

Developing Objectives and Indicators for Marine Ecosystem-Based Management: International Review of Marine Ecosystem-Based Management Initiatives throughout the World (prepared for OCMD by Jay Walmsley, Jacques Whitford Environment Ltd., 2004).

Developing Objectives and Indicators for Marine Ecosystem-Based Management: Definition of Commonly Used Terms (prepared for OCMD by Jay Walmsley, Jacques Whitford Environment Ltd., 2004).

International Review of Areas Where Activities are Restricted to Protect Deep Sea Corals (prepared for OCMD by D'Entremont Environmental Ltd., 2004).

Comptes rendus de conférence

Arbour, J., Chairperson. 2004. Proceedings of a Benthic Habitat Classification Workshop Meeting of the Maritimes Regional Advisory Process: Maintenance of the Diversity if Ecosystem Types – Benthic Classification and Usage Guidelines for the Scotia-Fundy Area of the Maritimes Region. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2004/004.

ENVIRONNEMENT CANADA À L'IOB

Rapports ministériels

Craig C. A. Menon, B. Raymond and R. Gaudet. 2004. Re-evaluation Report of Prince Edward Island Shellfish Growing Area Sector PE-01-020-003, Mill River. Manuscript Report No. EP-AR-2004-14. 22p.

Craig C. A. Menon, B. Raymond and R. Gaudet. 2004. Re-evaluation Report of Prince Edward Island Shellfish Growing Area Sector PE-05-030-001, Howe Bay. Manuscript Report No. EP-AR-2004-15. 19p.

Craig C. A. Menon, B. Raymond and R. Gaudet. 2004. Re-evaluation Report of Prince Edward Island Shellfish Growing Area Sector PE-05-040-001, Cardigan River. Manuscript Report No. EP-AR-2004-16. 29p.

Craig C. A. Menon, B. Raymond and R. Gaudet. 2004. Re-evaluation Report of Prince Edward Island Shellfish Growing Area Sector PE-08-030-001, Port Borden. Manuscript Report No. EP-AR-2004-17. 20p.

Craig C. A. Menon, B. Raymond and R. Gaudet. 2004. Re-evaluation Report of Prince Edward Island Shellfish Growing Areas 1 to 3. 2004. Manuscript Report No. EP-AR-2004-18. 126p.

MacArthur, D., C. Craig and D. Walter. 2004. Re-evaluation Report of Nova Scotia Shellfish Growing Area Sector NS-09-030-001, Inhabitants River and Bay. Manuscript Report No. EP-AR-2004-9. 22p.

MacArthur, D., C. Craig and D. Walter. 2004. Re-evaluation Report of Nova Scotia Shellfish Growing Area Sector NS-05-010-001, Malvou Harbour. Manuscript Report No. EP-AR-2004-10. 24p.

MacArthur, D., C. Craig and D. Walter. 2004. Re-evaluation Report of Nova Scotia Shellfish Growing Areas 5, 6, 8 and 9 , Cape Breton Atlantic Surveys 2003. Manuscript Report No. EP-AR-2004-11. 227p.

Young, J.H., D. Walter, R.J. Gaudet. 2004. Re-evaluation Report of Nova Scotia Shellfish Growing Area Sector: 12-010 to 13-030 (South Shore: Musquodoboit – Rose Bay). EP Manuscript Report No. EP-AR-2004-7. 231p.

Young, J.H., C. Craig, R. J. Gaudet and D. Walter. 2004. Re-evaluation Report of Nova Scotia Shellfish Growing Area Sector 20-080-001, Advocate Harbour. Manuscript Report No. EP-AR-2004-12. 22p.

RESSOURCES NATURELLES CANADA

Revues scientifiques

Campbell, D.C., J.W. Shimeld, D.C. Mosher, and D.J.W. Piper. 2004. Relationships between sediment mass-failure modes and magnitudes in the evolution of the Scotian Slope, offshore Nova Scotia. Offshore Technology Conference Paper 16743. 14 p.

Curran, K., P.S. Hill, T.M. Schell, T.G. Milligan, and D.J.W. Piper. 2004. Inferring the mass fraction of floc deposited mud: application to fine-grained turbidites. Sedimentology, vol. 51: p. 927-944.

Dickson, J.H., M. Richards, R. Hebda, P.J. Mudie et al. 2004. Kwäday Dày Tsìnchí, the first ancient body of a man from a North American glacier: reconstructing his last days by intestinal and biomolecular analyses. The Holocene, vol. 14: p. 481-486.

Fensome, R.A., and G.L. Williams. 2004. The Lentin and Williams index of fossil dinoflagellates 2004 edition. American Association of Stratigraphic Palynologists, Contribution Series No. 42. 909 p.

Funck, T., H.R. Jackson, K. Louden, S.A. Dehler, and Y. Wu. 2004. Crustal structure of the northern Nova Scotia rifted continental margin (Eastern Canada). Journal of Geophysical Research 109, B09102, doi: 10.1029/2004JB003008.

Gervais, A., B. Savoye, D.J.W. Piper, T. Mulder, M. Cremer, and L. Pichevin. 2004. Present morphology and depositional architecture of a sandy confined submarine system: the Golo turbidite system (eastern margin of Corsica). Special Publication, Geological Society, London, 222: p. 59-89.

Goodwin, T.A., P.K. Smith, and M.P. Parsons. 2004. Multi element distribution in humus, soil, till, rock, and tailings associated with historic gold districts of the Meguma Terrane, Nova Scotia, Canada. Mineral Resources Branch, Report of Activities 2003, Nova Scotia Department of Natural Resources, Report 2004-1: p. 7-14.

Hacquebard, P.A., and M.P. Avery. 2004. Evidence for the occurrence of Gondwana coals in North America as indicated by comparisons of similar deposits in the world. CIM Bulletin, November/December 2004: p. 1-7.

Hansen, D.M., J.W. Shimeld, M.A. Williamson, and H. Lykke-Andersen. 2004. Development of a major polygonal fault system in Upper Cretaceous chalk and Cenozoic mudrocks of the Sable Sub-basin, Canadian Atlantic margin. Marine and Petroleum Geology, vol. 21, no. 9, p. 1205-1219.

Mosher, D.C., and A.T. Hewitt. 2004. Late Quaternary deglaciation and sea-level history of eastern Juan de Fuca Strait, Cascadia. Quaternary International, vol. 121 (2004), p. 23-39.

Mosher, D.C., D.J.W. Piper, D.C. Campbell, and K. Jenner. 2004. Near surface geology and sediment-failure geohazards of the central Scotian Slope. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 88, p. 703-723.

Parsons, M.B., P.K. Smith, T.A. Goodwin, G.E.M. Hall, A.L. Sangster, and J.B. Percival. 2004. Distribution, cycling, and fate of mercury and associated elements at historical lode gold mines in Nova Scotia, Canada. RMZ – Materials and the Geoenvironment, vol. 51(1), p. 185-189.

Pe-Piper, G., and D.J.W. Piper. 2004. The effects of strike-slip motion along the Cobequid – Chedabucto – southwest Grand Banks fault system of the Cretaceous - Tertiary evolution of Atlantic Canada. Canadian Journal of Earth Sciences, v. 41, p. 799-808.

Pe-Piper, G., and D.J.W. Piper. 2004. Miocene igneous rocks of Samos: magma evolution during continental back-arc extension. Proceedings, 5th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology, p. 1212-1215.

Pe-Piper, G., P.H. Reynolds, J. Nearing, and D.J.W. Piper. 2004. Evolution of a Late Paleozoic shear zone in the Cobequid Highlands, Nova Scotia: an $^{40}Ar/^{39}Ar$ geochronology study. Canadian Journal of Earth Sciences, v. 41, p. 1425-1436.

Piper, D.J.W. 2004. Sedimentology of the Pindos flysch of the Peloponnese, Greece. Proceedings, 5th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology, p. 165-167.

Piper, D.J.W., G. Pe-Piper, C. Perissoratis, and G. Anastasakis. 2004. Submarine volcanic rocks around Santorini and their relationship to faulting. Proceedings, 5th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology, p. 873-876.

Piper, D.J.W., D.C. Campbell, M. Loloi, E. Tripsanas, D.C. Mosher, and S. Benetti. 2004. Sediment instability in Orphan Basin, offshore eastern Canada. Extended Abstract, Proceedings of the Canadian Geotechnical Conference, Quebec City, October 2004.

Piper, D.J.W., G. Pe-Piper and S. I. Ingram. 2004. Early Cretaceous sediment failure in the southwestern Sable sub-basin, offshore Nova Scotia. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 88, p. 991-1006.

Shimeld, J. 2004. A comparison of salt tectonic subprovinces beneath the Scotian Slope and Laurentian Fan. In: P. Post (ed), Salt-Sediment Interactions and Hydrocarbon Prospectivity: Concepts, Applications and Case Studies for the 21st Century. Gulf Coast Section of the Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 24th Annual Bob F. Perkins Research Conference, Houston, Texas.

Sunderland, E.M., F. Gobas, A. Heyes, B.A. Bramfreun, A.K. Bayer, R.E. Cranston, and M.B. Parsons. 2004. Speciation and bioavailability of mercury in well-mixed estuarine sediments. Marine Chemistry, vol. 90, p. 91-105.

Recherches en cours à la CGC

Piper, D.J.W., and K. Gould. 2004. Late Quaternary geological history of the continental slope, South Whale Basin, and implications for hydrocarbon development. Current Research 2004-D1. 13p. (http://www.nrcan.gc.ca/gsc/bookstore/free/cr_2004/d01.pdf)

Dossiers publics de la GCC

Avery, M.P. 2004. Vitrinite reflectance (Ro) of dispersed organic matter from Pan Am-Imperial Grand Falls H-09. Geological Survey of Canada Open File Report 4625. 15 p.

Avery, M.P. 2004. Vitrinite reflectance (Ro) of dispersed organic matter from Amoco-Imperial Cormorant –83. Geological Survey of Canada Open File Report 4626. 15 p.

Avery, M.P. 2004. Vitrinite reflectance (Ro) of dispersed organic matter from Chevron-PEX-Shell Acadia K-62. Geological Survey of Canada Open File Report 4627. 14 p.

Brunt, R., D.J.W. Piper, and D.C. Campbell. 2004. Compilation of surficial geological data from the upper Scotian Slope (150 to 500 metres below sea level). Geological Survey of Canada Open File Report 4622. 15p.

Edwards, A., J.K. Sinclair, J.B.W. Wielens, and C.D. Jauer. 2004. East Coast Basin Atlas Series: Grand Banks of Newfoundland; hydrocarbon prospects. Geological Survey of Canada Open File Report 4572. 2 sheets.

Fader, G.B.J., T. Lynds, R.O. Miller, D.R. Parrott, S. Hynes, and A. Sherin. 2004. Scotian Shelf regional surficial geology compilation. Geological Survey of Canada Open File Report 4671.

Giles, P. 2004. Stratigraphic and structural interpretation of the HB Fina Northumberland Strait F-25 well, western Maritimes Basin, eastern Canada. Geological Survey of Canada Open File Report 1840. 1 sheet.

Li, M.Z., E.L. King, and C. Smith. 2004. Morphology of sand ridges on Sable Island Bank, Scotian Shelf. Geological Survey of Canada Open File Report 1836. 91p.

Oakey, G.N., and S.A. Dehler. 2004. Atlantic Canada magnetic map series: Atlantic Canada. Geological Survey of Canada Open File Report 1813, 1:3,000,000.

Oakey, G.N., and S.A. Dehler. 2004. Atlantic Canada magnetic map series: Scotian Shelf and surrounds. Geological Survey of Canada Open File Report 1814, 1:1,500,000.

Oakey, G.N., and S.A. Dehler. 2004. Atlantic Canada magnetic map series: Gulf of St. Lawrence and surrounds. Geological Survey of Canada Open File Report 1815, 1:1,500,000.

Oakey, G.N., and S.A. Dehler. 2004. Atlantic Canada magnetic map series: Grand Banks and surrounds. Geological Survey of Canada Open File Report 1816, 1:1,500,000.

Shaw, J. 2004. Technical evaluation and feasibility study on subterranean disposal of CO_2 as hydrate. Geological Survey of Canada Open File Report 1830.

Shaw, J., and R.C. Courtney. 2004. A digital elevation model of Atlantic Canada. Geological Survey of Canada Open File Report 4634.

Smyth, C. W. MacKinnon, and A. Robertson. 2004. Optical backscatter sensor calibration. Geological Survey of Canada Open File Report 4548. 7p.

Smyth, C., M.Z. Li, and D.E. Hetfler. 2004. A summary of the 2002 Sable Island Bank hydrodynamic and bedform data. Geological Survey of Canada Open File Report 4660. 19p.

Thomas, F.C., and M-C Williamson. 2004. Imaging and qualitative spectral analysis using the Environmental Scanning Electron Microscope - user guide for the ESEM facility at GSC Atlantic. Geological Survey of Canada Open File Report 4599. 26p.

PUBLICATIONS ET PRODUITS

Todd, B.J., C.F.M. Lewis, and T.W. Anderson. 2004. Sedimentology of Quaternary sediments beneath Lake Simcoe, Ontario: results of 1997 and 1998 sampling operations. Geological Survey of Canada Open File Report 4667. 95p.

Wielens, J.B.W., and M.P. Avery. 2004. Maturity trends from vitrinite data on the northern Grand Banks. Geological Survey of Canada Open File Report 4488. 1 sheet.

Wielens, H., C. Jauer, and G.L. Williams. 2004. Data synthesis for the Carson Basin, offshore Newfoundland: results of 4-D petroleum system modelling. Geological Survey of Canada Open File Report 4739. 1 sheet.

Produits 2004

PÊCHES ET OCÉANS CANADA
Région des Maritimes – Direction des sciences

Service hydrographique du Canada (Atlantique)

Tables des marées et courants du Canada

2004. Tables des marées et courants du Canada (2004) Vol. 1. Atlantic Coast and Bay of Fundy/ Côte de l'Atlantique et baie de Fundy. Service hydrographique du Canada, Pêches et Océans, 615, rue Booth, Ottawa (Ont.) K1A 0E6, Canada.

2004. Tables des marées et courants du Canada (2004) Vol. 2. Gulf of St. Lawrence/Golfe du Saint-Laurent. Service hydrographique du Canada, Pêches et Océans, 615, rue Booth, Ottawa (Ont.) K1A 0E6, Canada.

2004. Tables des marées et courants du Canada (2004) Vol. 3. St. Lawrence and Saguenay Rivers/Fleuve Saint-Laurent et rivière Saguenay. Service hydrographique du Canada, Pêches et Océans, 615, rue Booth, Ottawa (Ont.) K1A 0E6, Canada.

2004. Tables des marées et courants du Canada (2004) Vol. 4. Arctic and Hudson Bay/L'Arctique et la baie d'Hudson. Service hydrographique du Canada, Pêches et Océans, 615, rue Booth, Ottawa (Ont.) K1A 0E6, Canada.

2004. Tables des marées et courants du Canada (2004) Vol. 5. Juan de Fuca Strait and Strait of Georgia/Détroits de Juan de Fuca et de Georgia. Service hydrographique du Canada, Pêches et Océans, 615, rue Booth, Ottawa (Ont.) K1A 0E6, Canada.

2004. Tables des marées et courants du Canada (2004) Vol. 6. Discovery Passage and West Coast of Vancouver Island/Discovery Passage et côte Ouest de l'île de Vancouver. Service hydrographique du Canada, Pêches et Océans, 615, rue Booth, Ottawa (Ont.) K1A 0E6, Canada.

2004. Tables des marées et courants du Canada (2004) Vol. 7. Queen Charlotte Sound to Dixon Entrance/Queen Charlotte Sound à Dixon Entrance. Service hydrographique du Canada, Pêches et Océans, 615, rue Booth, Ottawa (Ont.) K1A 0E6, Canada.

Cartes du SHC 2004

Carte n° 4823. Cape Ray to/à Garia Bay. (Nouvelle carte)

Carte n° 8013. Flemish Cap/Bonnet Flamand. (Nouvelle édition)

Carte n° 5054. South Aulatsivik Island to/à Fenstone Tickle Island. (Nouvelle carte)

Carte n° 4821. White Bay and/et Notre Dame Bay. (Nouvelle carte)

Carte n° 5023. Cape Harrison to/à Nunaksaluk Island. (Nouvelle édition)

Carte n° 4702. Corbett Island to/à Ship Harbour Head. (Nouvelle édition)

Carte n° 4386. St.Margaret's Bay. (Nouvelle édition)

Carte n° 4396. Annapolis Basin. (Nouvelle édition)

Carte n° 5030. Green Bay to/à Double Island. (Nouvelle édition)

Carte n° 4321. Cape Canso to/à Liscomb Island. (Nouvelle édition)

PUBLICATIONS ET PRODUITS

CEN S57 (cartes électroniques de navigation) – 2004[1]

CA576200. IN nº 4381. Port de Chester Harbour (cartouche)

CA476327. Carte nº 4596. Baie des Exploits - Feuille II (milieu)

CA276206. Carte nº 4011. Approches de la baie de Fundy

CA376120. Carte nº 4847. Baie de la Conception

CA576038. IN nº 4115. St. Andrews (cartouche)

CA576124. IN nº 4847. Port de Grave (cartouche)

CA376018. Carte nº 4243. Des îlesTusket au cap Ste-Marie

CA576039. Carte nº 4209. Port de Shelburne

CA276515. Carte nº 8011. Grand Banc, partie nord

CA476035. Carte nº 4115. Baie Passamaquoddy et rivière St. Croix

CA376248. Carte nº 4403. de la pointe East au cap Bear

CA276138. Carte nº 4021. de Pointe Amour au cap Whittle et au cap St. George

CA476218. Carte nº 4729. De l'île Ticoralak à l'île Carrington

CA476216. Carte nº 5140. De l'île South Green à l'île Ticoralak

CA276241. Carte nº 4010. De la baie de Fundy (intérieur)

CA376075. Carte nº 4817. De Bay Bulls à la baie St. Mary's

CA576211. Carte nº 4722. Bassin Terrington

CA276800. Carte nº 4012. De Yarmouth à Halifax

CA476079. Carte nº 4839. Fond de la baie de Plaisance

CA476080. CO nº 4839. Fond de la baie de Plaisance (prolongement)

CA476081. CO nº 4839. Fond de la baie de Plaisance (prolongement)

CA576082. IN nº 4839. Come By Chance et Arnold's Cove (cartouche)

CA476281. Carte nº 4306. Détroit de Canso et approches sud

CA576343. Carte nº 4524. Quais de Botwood

CA576064. Carte nº 4277. Entrée duo Great Bras D'Or

Instructions nautiques

ATL 120, Labrador, Camp Islands to Hamilton Inlet (including Lake Melville)

ATL 121, Labrador, Hamilton Inlet to Cape Chidley (including Button Islands and Gray Strait)

[1]Disponible auprès de Nautical Data International Inc. (http://www.digitalocean.ca).

Echantillonage du plancton auprès du plateforme Hibernia

Gouvernement du Canada	Government of Canada
Pêches et Océans Canada	Fisheries and Oceans Canada
Ressources naturelles Canada	Natural Resources Canada
Environnement Canada	Environment Canada
Défense nationale	National Defence